

DICAS BIOCLIMÁTICAS

PARA UM PROJETO
MAIS SUSTENTÁVEL

Organizadores:
Caio Silva
Thiago Góes

Ilustrações por:
Lucas Albuquerque



Prefácio por Marta Romero

BIOCLIMATIC TIPS

TO GUIDE
SUSTAINABLE
DESIGN PROJECTS

Editors:
Caio Silva
Thiago Góes

Drawings by:
Lucas Albuquerque



Preface by Marta Romero

Universidade de Brasília

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

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

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

Produção

Coordenação SICAC (Grupo de pesquisa)
Diagramação e Capa Marina Rosa
Ilustrações Lucas Albuquerque
Revisão Caio Frederico e Silva
Thiago Góes
Apoio Valmor Cerqueira Pazos

Financiamento da pesquisa Decanato de Pesquisa e Inovação da Universidade de Brasília

Conselho Editorial

Abner Luís Calixter
Ana Carolina Lima
Daniel Richard Sant'ana
Éderson Oliveira Teixeira
Marta Adriana Bustos Romero

Autores

Adriana Alice Sekeff Castro
Allan Kardec José Araújo Prado
Amanda Ramos Goulart
Ana Carolina Lima
Ana Carolina Barreiros Cordeiro
Ana Karina Nascimento Silva Rodrigues
Andrea Prado A. Reis Liserre
Anneli Maricielo Cárdenas Celis
Ayana Dantas de Medeiros
Bárbara Gomes Silva

Autores

Caio Frederico e Silva
Camila Amaro de Souza
Camila Araújo de Sirqueira Souza
Daniela Rocha Werneck
Erica Mitie Umakoshi Kuniuchi
Felippe Fabrício dos Santos Siqueira
Giuliana de Brito Sousa
Gustavo de Luna Sales
Gustavo Zorzeto Bittencourt
Isabela Cristina da Silva Passos Tibúrcio
Jader de Sousa Freitas
Jamilson Alves De Sousa
João Francisco Walter Costa
Joára Cronemberger Ribeiro Silva
Júlia Lima Adário
Juliana Andrade Borges de Sousa

Juliana Oliveira Batista
Kelen Almeida Dornelles
Livia de Oliveira Martins
Lorena S B Couto
Lucas Rosse Caldas
Marta Adriana Bustos Romero
Milena Sampaio Cintra
Raí Mariano Soares
Rafael Barbosa Rios
Rejane Martins Viegas
Ricardo Prado Abreu Reis
Romildo Dias Toledo Filho
Roberta Carolina Assunção Faria
Vanda Alice Garcia Zanoni
Veridiana Atanasio Scalco
Vinícius Henrique dos Anjos

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

Dicas bioclimáticas para um projeto mais sustentável = Bioclimatic tips : to guide sustainable design projects [livro eletrônico] / organização Caio Silva, Thiago Góes ; ilustração Lucas Albuquerque ; preface by Marta Romero. -- 1. ed. -- Brasília, DF : LaSUS FAU : Editora Universidade de Brasília, 2022.
PDF.

Edição bilíngue: português/inglês.
Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-84854-06-2

1. Arquitetura 2. Arquitetura sustentável - Aspectos ambientais 3. Bioclimatologia 4. Planejamento urbano 5. Urbanismo I. Silva, Caio. II. Góes, Thiago. III. Albuquerque, Lucas. IV. Romero, Marta.

22-123851

CDD-720.47

Índices para catálogo sistemático:

1. Arquitetura sustentável e bioclimática 720.47

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Sumário



Prefácio 11

Clima Urbano

01. A morfologia urbana pode gerar ruas mais confortáveis 16
02. Variedades de tipologias vegetais promovem mais conforto térmico 18
03. A simulação do verde urbano 20
04. A importância dos dados climáticos e da paisagem urbana 22
05. Fachadas vegetadas para mitigação térmica 24
06. Conectividade dos espaços verdes para resiliência climática 26
07. Áreas de recreação infantil mais confortáveis 28
08. Espelhos d'água além da estética: um climatizador natural 30

Iluminação

09. Atenção especial ao vizinho! 34
10. Deixe a luz do sol entrar sem superaquecer 36
11. Atenção para a qualidade da iluminação 38
12. Não basta luz, haja vista 40
13. A iluminação em equipamentos em espaços públicos 42
14. A qualidade da luz: 5 aspectos essenciais para o projeto 44
15. Elementos de luz e sombra: brise e cobogó 46
16. Profundidade do ambiente e altura da janela, uma relação que importa 48

Ventilação Natural

17. A configuração de aberturas para otimizar a ventilação natural 52
18. Vegetação + Ventilação = Qualidade do Ar 54
19. Os átrios e a ventilação natural em edifícios altos 56
20. A porosidade das portas internas para promover ventilação 58
21. Ventilação natural por tubos de ventos sob a edificação 60
22. Ruas bem ventiladas 62

Térmico

23. As cores e o conforto térmico em edifícios 66
24. Vidros de baixa refletância em fachadas 68
25. A escolha da cobertura para promover mais conforto térmico 70
26. As diversas funcionalidades do uso de sheds nas coberturas 72
27. O solo como condicionador térmico natural 74

Energia

28. Uma usina de energia no seu telhado 78
29. Economia ao racionalizar a iluminação artificial 80
30. Ventilação Natural + Ventilação Mecânica = Eficiência Energética 82
31. O uso das fachadas na geração de energia de um edifício 84
32. O potencial dos edifícios de balanço energético nulo 86

Materiais

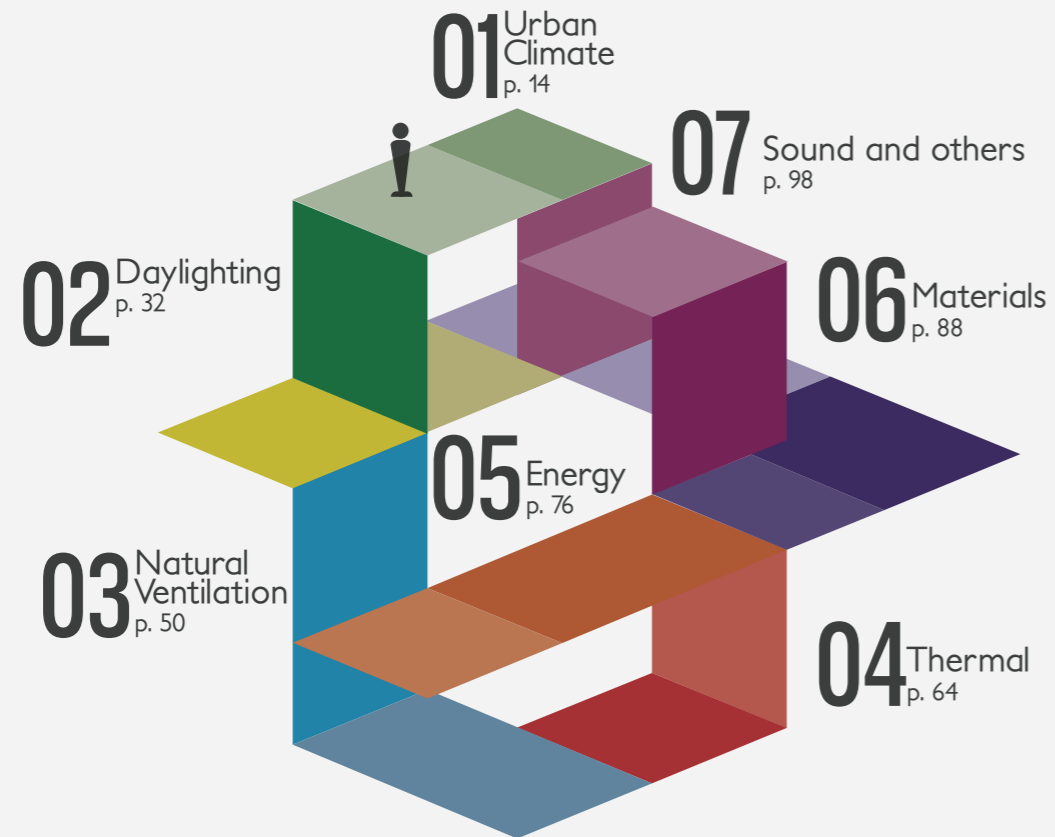
33. Materiais de construção para um futuro sustentável 90
34. Bioconcretos geram bom desempenho térmico 92
35. A importância da caracterização higrótérmica para a pesquisa de campo 94
36. Umidade e mecanismos higrótérmicos atuantes nos sistemas construtivos 96

Som e outros

37. A importância da paisagem sonora 100
38. Sistemas compensatórios de drenagem urbana 102
39. Os saberes construtivos indígenas na concepção de projetos 104
40. Modelagem paramétrica integrada ao desempenho ambiental 106
41. O desempenho acústico da vegetação 108
42. O desenho adequado dos ambientes para a qualidade sonora 110

Créditos 112
Autores (as) 113

Index



Prefácio 11

Urban Climate

- 01. Urban morphology is able to generate more comfortable streets 16
- 02. Varieties of plant typologies promote more thermal comfort 18
- 03. The simulation of urban green 20
- 04. The importance of data regarding climate and urban landscape 22
- 05. Vegetated facades for thermal mitigation 24
- 06. Connecting green spaces for climate resilience 26
- 07. More comfortable play areas for children 28
- 08. Water bodies beyond aesthetics: natural climate control 30

Daylighting

- 09. Pay special attention to neighbors! 34
- 10. Let the sunlight enter without overheating 36
- 11. Attention to the quality of lighting 38
- 12. Light is not enough, there must be a view 40
- 13. Lighting the equipment in public spaces 42
- 14. Lighting quality: 5 essential aspects for the project 44
- 15. Elements of light and shadow: brise soleil and cobogó 46
- 16. Ambient depth and window height, a relationship that matters 48

Natural Ventilation

- 17. The configuration of openings to optimize natural ventilation 52
- 18. Vegetation + Ventilation = Air Quality 54
- 19. The atrium and the natural ventilation in tall buildings 56
- 20. Ventilated internal doors to promote ventilation 58
- 21. Natural ventilation with underground wind pipes beneath the building 60
- 22. Streets better ventilated 62

Thermal

- 23. Colors and thermal comfort in buildings 66
- 24. Low-reflectance glass on facades 68
- 25. Selecting the roof covering to promote greater thermal comfort 70
- 26. The various features of using “sheds” on roofs 72
- 27. Soil as a natural thermal conditioner 74

Energy

- 28. A power plant on your roof 78
- 29. Savings by rationalizing artificial lighting 80
- 30. Natural Ventilation + Mechanical Ventilation = Energy Efficiency 82
- 31. Using facades for the generation of energy in a building 84
- 32. The potential of zero energy balance buildings 86

Materials

- 33. Construction materials for a sustainable future 90
- 34. The use of bioconcrete generates a good thermal performance 92
- 35. The importance of hygrothermal characterization for field research 94
- 36. Humidity and hygrothermal mechanisms active in building systems 96

Sound and others

- 37. The importance of the soundscape 100
- 38. Compensatory urban drainage systems 102
- 39. Integrating indigenous construction knowledge in the concept of project design 104
- 40. Parametric modeling integrated with environmental performance 106
- 41. The acoustic performance of vegetation 108
- 42. The appropriate design of environments for sound quality 110

Credits 112
Authors 113

Preface

Prefácio

No meu TCC na Católica de Campinas – SP quando por primeira vez defini a arquitetura bioclimática¹ falei que suas concepções tendem a modificar os volumes internos com vistas a um melhor aproveitamento dos fluxos energéticos que atravessam a construção e que esta tendência dá uma tradução arquitetônica aos fenômenos energéticos e utiliza os sistemas passivos de captação de energia solar visando um ótimo aproveitamento da mesma ao contrário dos sistemas ativos que visam um máximo. Em outras palavras, as características da edificação (forma, tamanho, características termo físicas) devem permitir autorregular o ambiente interno. Os princípios da Arquitetura Bioclimática são ricos e diversos, correspondendo cada um deles as necessidades de adequação climática de cada região. Falei também que alguns dos conhecimentos básicos que devem ser considerados para conseguir que uma construção seja adequada a seus habitantes e a seu meio geográfico são: a base ecológica e os microclimas; as noções de conforto; a dimensão coletiva do controle climático e a relação entre os habitantes e os ritmos climáticos tanto diários quanto das estações. Trabalhar com a inter-relação homem – meio ambiente –

¹ ROMERO, Marta A. B.: Arquitetura Solar: descrição e Aplicação na Habitação Popular. Trabalho Final de Graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Pontifícia Universidade Católica de Campinas – SP, (Pág. 43), 101 pág, 1978

espaço construído não significa atentar somente para que as variáveis do clima sejam observadas, meio é um conceito amplo, e como tal deve ser entendido. Verifico que esses conceitos permanecem atuais e que não preciso retirar nem acrescentar palavras a esse enunciado quarentão uma vez que ainda as condições climáticas locais mostraram-se como um condicionante genuíno a ser vigorosamente explorado.

A construção bioclimática se apoia no conceito base de um edifício desenhado com o clima, daí a importância da eleição do sítio em relação ao clima, mas também desenhar modificações microclimáticas podem ser importantes ganhos para todo planejador e projetista urbano. Vamos sempre lembrar que o uso de corpos de água ou de grandes superfícies de vegetação estão entre as mais efetivas intervenções humanas para proporcionar modificações climáticas. A construção bioclimática ou concepção bioclimática trata do condicionamento natural do espaço, utilizando para isso a avaliação integrada dos elementos térmicos, da luz, do som e da cor e verifica seus efeitos através da análise do desempenho ambiental. Para tanto nela especial atenção é dada 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 luz natural e artificial pelas suas qualidades e a estética da luz; os atributos da cor; os espaços do som e os aromas. A cultura e o clima de um lugar têm sido, através de todas as épocas, constantes geradoras de ideias originais, de vitalidade, assim como de preservação dos mais profundos valores humanos. Compartilhamos a convicção de que uma arquitetura de relevância não pode ser desvinculada do contexto em que está localizada e que os sinais do lugar – sua memória, história, uso, clima e topografia – condicionam a arquitetura acima das noções formais de espaço e forma. Considerando que diversos valores arquitetônicos são hierarquizados no processo de projeto, definindo prioridades dentre os diferentes condicionantes arquitetônicos verificamos que muito expressivamente no formato de respostas para o tema tratado sob a pergunta: Você sabia que? Aqui estão organizadas e agrupadas por cores quarenta e três Dicas Bioclimáticas, de fácil compreensão e grande aplicabilidade, elaboradas criativamente por jovens pesquisadores de todo o país. Sob a cor verde se agrupam as paisagem urbana, fachadas vegetadas, continuidades dos espaços verdes e espelhos d'água; sob a cor amarela podemos apreciar as da luz natural e a qualidade das vistas, do conforto luminoso; na de cor azul se apresentam as dicas sobre ventilação, as de qualidade do ar, sobre ruas ventiladas, de tubos de vento; sob o vermelho

encontramos questões do conforto térmico, acerca de vidros, de coberturas; sob a cor laranja encontramos dicas sobre a energia coletada nos telhados e o uso dos sheds nas coberturas; sob a cor roxo, materiais, sistemas construtivos e caracterização higrotérmica; e finalmente, na cor magenta, encontramos questões de conforto acústico, assim como outros aspectos relacionados à drenagem natural e ao design paramétrico. Convido a procurar segundo seus interesses e necessidades específicas e ler dicas, elas vão ser grandes aliadas no processo criativo bem fundamentado.

Marta Romero

Professora Titular FAUUnB

01

CLIMA
URBANO
URBAN
CLIMATE



01. A morfologia urbana pode gerar ruas mais confortáveis

Caio Frederico e Silva

02. Variedades de tipologias vegetais promovem mais conforto térmico

Bárbara Gomes Silva

03. A simulação do verde urbano

Amanda Goulart

04. A importância dos dados climáticos e da paisagem urbana

Camila Amaro de Souza

05. Fachadas vegetadas para mitigação térmica

Camila Araújo de Sirqueira Souza

06. Conectividade dos espaços verdes para resiliência climática

Daniela Rocha Werneck

07. Áreas de recreação infantil mais confortáveis

Giuliana de Brito Sousa

08. Espelhos d'água além da estética: um climatizador natural

Júlia Lima Adário

01

Urban morphology is able to generate more comfortable streets A morfologia urbana pode gerar ruas mais confortáveis

Você sabia que o conforto urbano pode ser potencializado pela morfologia urbana? Pesquisas feitas por simulação computacional subsidiaram um amplo estudo sobre o conforto urbano proporcionado pelas cavidades urbanas – ou cânions urbanos – em cenários hipotéticos no contexto climático da cidade de Brasília (SILVA E ROMERO, 2020). Para entender um pouco melhor sobre o cânion urbano, é preciso compreender a relação H/W, que é um parâmetro que simplifica a interpretação da geometria urbana nas cidades. Para melhorar o nível do desempenho ambiental de uma rua, deve-se atentar para o afastamento entre os edifícios e para os materiais de revestimento do solo. Os resultados mostram que, em uma situação de cavidade muito estreita (com fator H/W menor que 1), há um acúmulo de calor que consequentemente gera um desconforto térmico e baixa qualidade do ar. Já para ruas com o fator H/W entre 1 e 3, o cenário é melhor, pois esses são considerados os melhores afastamentos entre edifícios para a conformação urbana, sobretudo se a rua for arborizada e com elementos mais permeáveis (jardins e solo natural ao longo da rua). Para afastamento entre edifícios três vezes maior que a altura deles, o microclima gerado ali não depende mais dessa morfologia, mas do clima urbano da cidade.

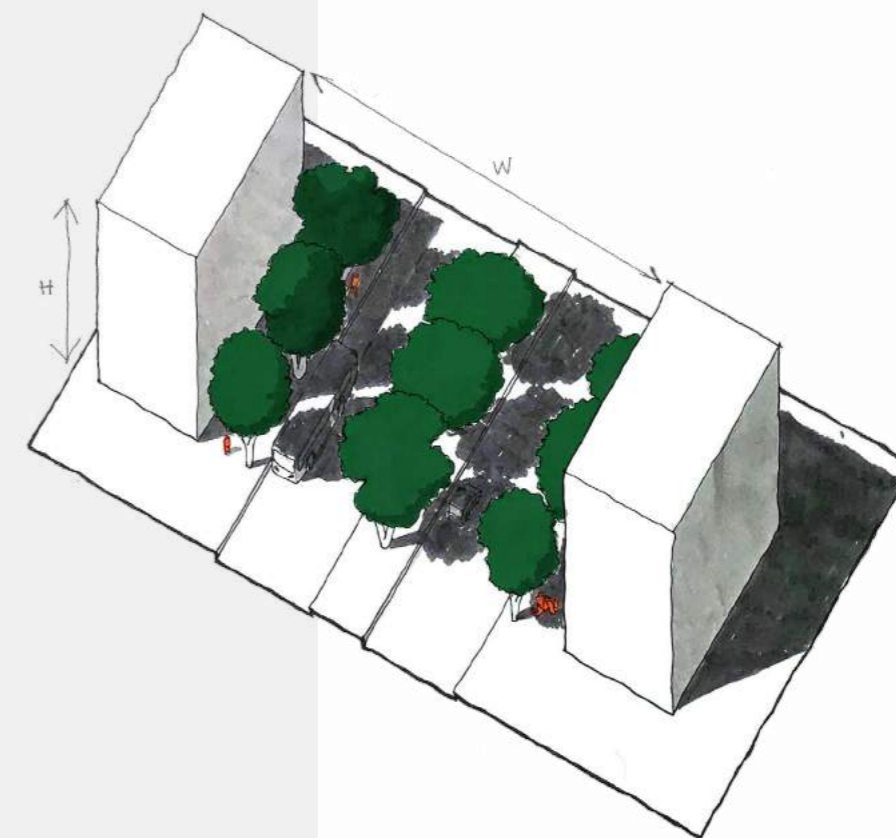
Conclusão: Para ruas mais confortáveis, os edifícios devem estar próximos, mas nem tanto, e as ruas sempre arborizadas! A diferença entre uma rua estreita e sem árvores e uma rua com proporções mais equilibradas e arborizada pode chegar a 5 graus Celsius.

Referência

Silva e Romero, Simulação do Clima Urbano do Distrito Federal: experimentando o Software ENVI-met. Editora do UnB, Brasília, 2020.

Did you know that urban comfort may be enhanced by urban morphology? Research carried out through computer simulation has supported broad studies on the urban comfort provided by urban cavities - or urban canyons - in hypothetical scenarios in the climatic context of the city of Brasília (SILVA AND ROMERO, 2020). In order to understand urban canyons a little better, it is necessary to understand the canyon height(H)/canyon width(W) ratio, which is a parameter that simplifies the interpretation of urban geometry in cities. To improve the environmental performance level of a street, attention should be paid to the spacing between buildings, and to the ground covering materials. Results have demonstrated that in a very narrow cavity situation (with an H/W factor of less than 1) there is an accumulation of heat that consequently generates thermal discomfort and poor air quality. Streets with an H/W factor of between 1 and 3 are considered as having the best distances between buildings for urban conformation, especially if the street is tree-lined and has more permeable elements (gardens and natural soil along the street). For distancing between buildings of over three times their height, the microclimate generated there no longer depends on this morphology, but on the urban climate of the city.

Conclusion: For more comfortable streets we need buildings that are closer together, but not too close, and always tree-lined! The difference between a narrow, treeless street and a more balanced, tree-lined street can reach up to 5°C.



Did you know?

Do you know what it is W/H? This expression comes from the English width and high, i.e., simply means the relationship between the width of the street and the height of the building, respectively.

Você sabia?

Você sabe o que é W/H? Esta expressão vem do inglês width (largura) e high (altura), ou seja, simplesmente significa a relação entre a largura da rua e a altura do edifício, respectivamente.

02 Varieties of plant typologies promote more thermal comfort

Variedades de tipologias vegetais promovem mais conforto térmico

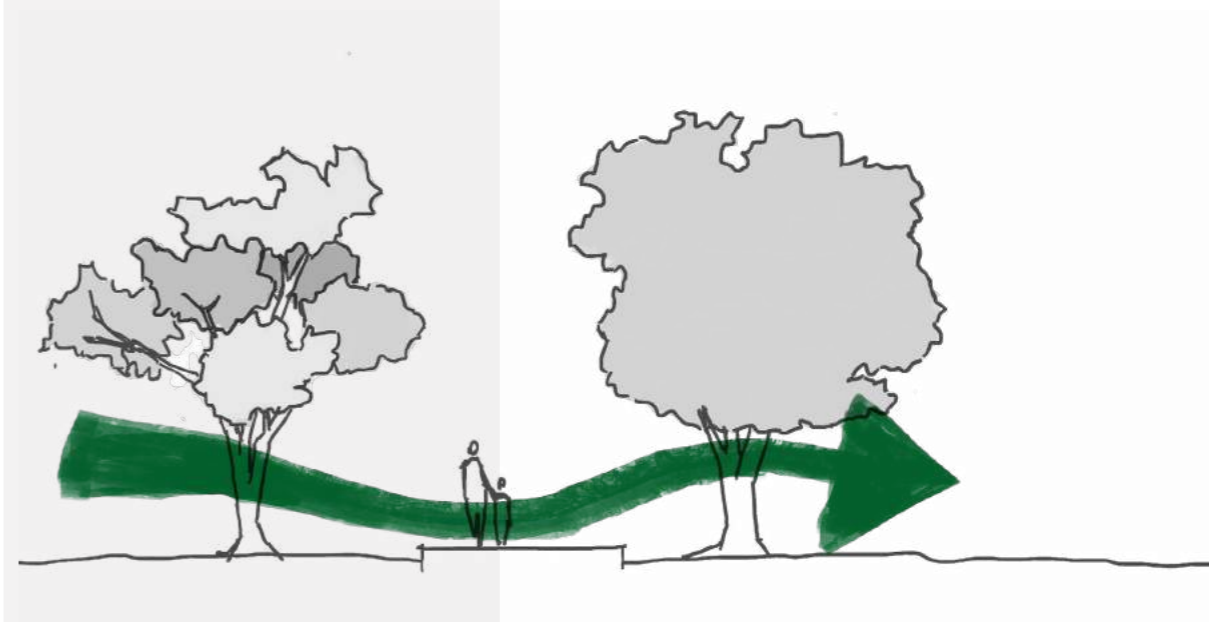
A vegetação urbana contribui para o aumento da sensação de conforto térmico na escala microclimática. Pesquisas realizadas com o auxílio de simulação computacional puderam estimar a contribuição do aumento da vegetação urbana para a promoção do conforto térmico do pedestre no contexto climático de Brasília (SILVA, 2020). Os resultados demonstram que para implantação de um grupo de árvores, é preferível a utilização de espécies com copas menos densas, e/ou o uso de espécies intercaladas, e/ou com copas de tamanhos diferentes (alternando-se maiores e menores, ou mais baixas e mais altas) para que a ventilação não seja prejudicada. O sombreamento deve ser priorizado principalmente onde há circulação de pedestres, como no perímetro de praças e em calçadas. Deve-se manter um distanciamento para que as copas não criem uma barreira física que dificulte a dispersão do calor. Quando a implantação de espécies arbóreas não for possível, recomenda-se a substituição de pavimentações impermeáveis por vegetação rasteira, pois estas apresentam menores temperaturas. A melhora na percepção de conforto térmico chega a 7 °Celsius.

Referências

SILVA, B. G. (2020). Simulação Computacional De Zonas Climáticas Locais Do Distrito Federal: A Contribuição Da Vegetação Intraurbana. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 102 p.

HÖPPE, P. The Physiological Equivalent Temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, Lisse, v. 43, p. 71-75, 1999.

Urban vegetation helps to increase a sensation of thermal comfort on the microclimatic scale. Research carried out with the aid of computer simulation was able to estimate the manner in which an increase in urban vegetation promoted thermal comfort for pedestrians in the climatic context of Brasília (SILVA, 2020). The results demonstrated that in order to plant out a group of trees, it was preferable to use a species with less dense canopies, and/or to use intercalated species, and/or with different sized canopies (alternating larger and smaller, or lower and higher) so that ventilation is not impaired. Shade should be prioritized, especially where pedestrians circulate, such as around the perimeter of squares and on sidewalks. Distance should be maintained between the trees so that the canopies do not create a physical barrier, which makes it difficult for heat to disperse. When planting these tree species is not possible, it is recommended that impermeable pavements should be replaced with undergrowth, since these plants present lower temperatures. An improvement in the perception of thermal comfort may reach 7°C.



Did you know?

Physiological Equivalent Temperature is a thermal comfort parameter developed by Höppe in 1999. This parameter considers the body physiology in stability conditions and the climate variables in the area of study in order to evaluate the level of thermal perception and measure of physiological stress of the human body.

Você sabia?

Physiological Equivalent Temperature (PET) ou Temperatura Fisiológica Equivalente quando traduzido para português, é um parâmetro de conforto térmico desenvolvido por Höppe (1999), que considera a fisiologia do corpo humano em condições de estabilidade e as variáveis climáticas da área de estudo para avaliar o nível de percepção térmica e grau de estresse fisiológico do corpo humano.

03 The simulation of urban green A simulação do verde urbano

O uso de simulação computacional para analisar cenários de mitigação de ilhas de calor urbanas é bastante recorrente nas pesquisas atuais. A área de estudo escolhida pode ser um trecho viário, ou qualquer outro recorte intraurbano e o método utilizado para analisar os cenários é a simulação computacional, por meio do *software* ENVI-met.

Passo a passo:

1. Levantamento: Levantamento das informações de caracterização da área de estudo:

Altura dos edifícios, materiais dos pavimentos e área verde existente. *Ex.:* Cenário 1: rua sem árvores; Cenário 2: rua com árvores.

2. Modelação 3D: A área de desenho do Spaces consiste numa grelha quadrícula, com dimensões inseridas nos eixos 3D (x, y, z).

É necessário configurar a localização geográfica. O desenho é realizado no modo 2D, porém cada quadrícula terá a altura referente ao edifício que irá compor. O programa possui um banco de dados já configurado com alguns materiais de superfícies e vegetação.

3. Arquivo climático: Os dados meteorológicos são adicionados na aba ENVI-guide.

Para correr a simulação, é necessário inserir as informações de velocidade e direção do vento, temperatura do ar e umidade relativa.

4. Simulação: Para correr a simulação, basta adicionar o arquivo gerado na etapa anterior, verificar a simulação e em seguida rodar a simulação.

5. Visualização: A aba Leonardo serve para extrair mapas com os dados gerados na simulação.

Para gerar os mapas, é necessário abrir a pasta que é gerada automaticamente pelo programa durante a simulação e selecionar os horários que desejar comparar em

The use of computer simulation for analyzing scenarios to mitigate urban heat islands is commonly used in current research. The selected study area could be any interurban section and the method used to analyze the scenarios is computer simulation, using the ENVI-met software.

Step by step:

1. Survey: Assess the information that characterizes the study area: height of buildings, pavement materials and existing green areas. *e.g.:* Scenario 1: street with no trees; Scenario 2: street with trees.

2. 3D Modeling: The drawing area of the Spaces consists of a squared grid, with dimensions inserted along the 3D axes (x, y, z).

It is necessary to configure the geographic location. The drawing is made in 2D mode, but each grid will have the height referring to the building it will compose. The program has a database already configured for some surface materials and vegetation.

3. Climate file: Meteorological data is added in the ENVI-guide tab.

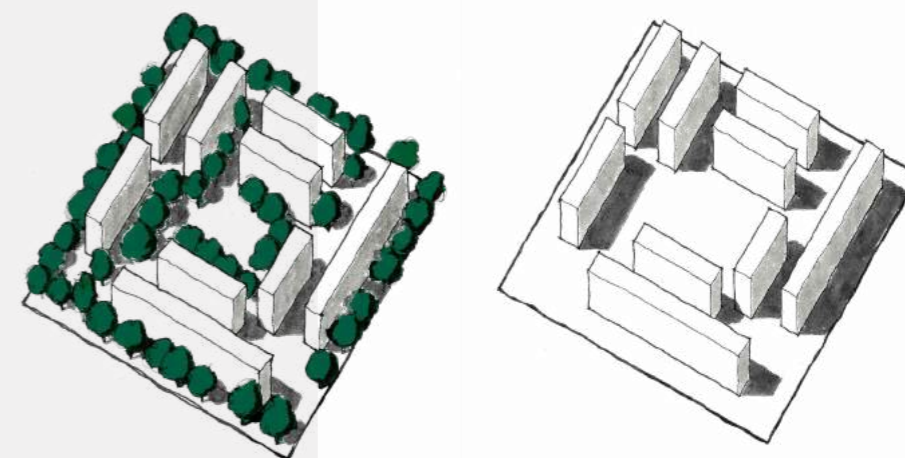
To run the simulation it is necessary to enter information regarding wind speed and direction, air temperature and relative humidity.

4. Simulation: To run the simulation, just add the file generated in the previous step, check the simulation and

then run it.

5. Visualization: The Leonardo tab is used to extract maps with the data generated in the simulation.

To generate the maps it is necessary to go to the folder that is automatically generated by the program during the simulation and select the times you want to compare in each of the scenarios. For this simulation, a comparison was made of data related to air temperature, wind speed, and relative humidity of the two scenarios.



Did you know?

In the context of urban microclimate analysis and bioclimatic simulation, computer simulation software is used in urban planning to analyze hypothetical scenarios and validate urban interventions. Envi-met can also be used for other analyses, such as:

- Air quality: through the analysis of dispersion of air pollutants.
- Physics of buildings: interaction of the external microclimate with the climate inside the buildings.
- Vegetation: analysis of vegetation growth conditions

cada um dos cenários. Para essa simulação, foram comparados os dados relativos a temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa dos dois cenários.

Você sabia?

No contexto de análise de microclima urbano e simulação bioclimática, os softwares de simulação computacional são utilizados no planejamento urbano para analisar cenários hipotéticos e validar intervenções urbanas. O *Envi-met* também pode ser utilizado para outras análises, como:

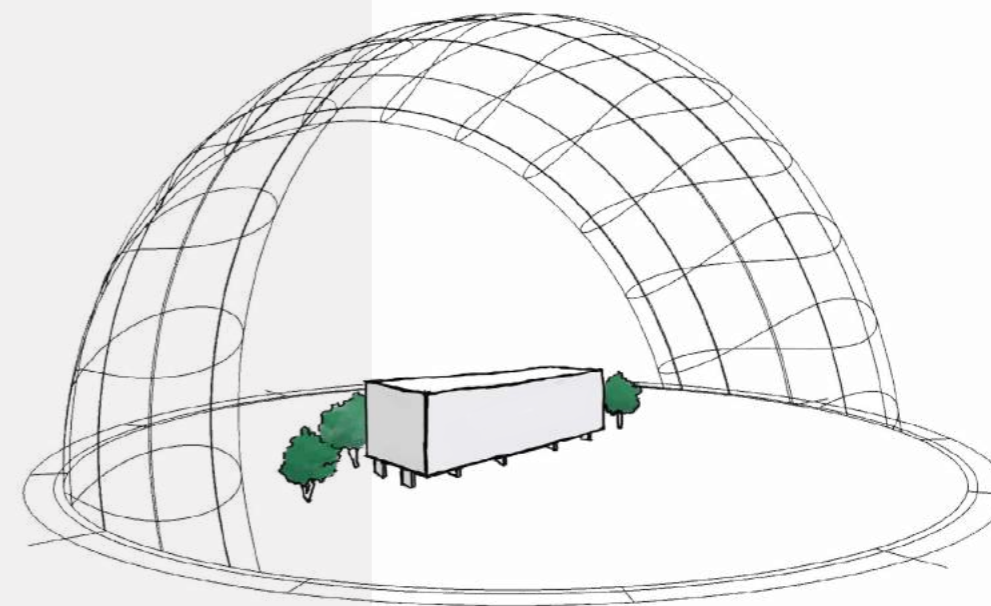
- Qualidade do ar: através da análise de dispersão de poluentes do ar.
- Física dos edifícios: interação do microclima externo com o clima no interior dos edifícios.
- Vegetação: análise das condições de crescimento da vegetação.

04 The importance of data regarding climate and urban landscape

A importância dos dados climáticos e da paisagem urbana

Para interpretação das zonas climáticas locais intraurbanas é fundamental um conjunto de dados climáticos do local. Quando interpretados, esses dados auxiliam na tomada de decisão para estratégias construtivas mais eficientes energeticamente e planejamento urbano e ambiental. Nesta pesquisa, foi realizada uma sistematização dos dados climáticos de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. O *software* CLIMATE CONSULTANT versão 6.0 (<https://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu> – ENERGY DESIGN TOOLS, 2019) foi utilizado para a elaboração de cartas psicrométricas, classificadas de forma supervisionada; assim, foram obtidas estratégias bioclimáticas para a manutenção do conforto térmico no interior das edificações, entre elas: ganho de calor interno (14,3% - 1255 horas), ventilação natural (37,7% - 3299 horas), resfriamento e ventilação se necessário (29,1% - 2547 horas); o que resultou em 98,8% das horas do ano dentro da Zona de Conforto (8659 horas).

In order to interpret local intra-urban climate zones, a set of local climate data is essential. Once interpreted, they assist in taking the appropriate decisions for more energy-efficient construction strategies and urban and environmental planning. In this research project, climate data was systematized from the city of Campo Grande, in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. The computer program CLIMATE CONSULTANT 6.0 (<https://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu> – ENERGY DESIGN TOOLS, 2019) was used to produce psychrometric charts, which were then submitted to supervised classification. Thus, bioclimatic strategies were obtained in order to maintain thermal comfort inside buildings, namely: internal heat gain (14.3% - 1255 hours), natural ventilation (37.7% - 3299 hours), cooling and ventilation, if necessary (29.1% - 2547 hours); thereby obtaining 98.8% of the hours of the year within the Comfort Zone (8659 hours).



Did you know?

You can generate the Solar Chart for any latitude using the free software Analysis Sol-Ar available for download from the LABEEE - *Laboratório de Eficiência em Edificações* website.

Você sabia?

Você consegue gerar a Carta Solar para qualquer latitude utilizando o *software* gratuito Analysis Sol-Ar disponível para *download* no site do LABEEE - *Laboratório de Eficiência em Edificações*

05 Vegetated facades for thermal mitigation

Fachadas vegetadas para mitigação térmica

Considerando-se o clima urbano como um sistema complexo, com diversos graus de hierarquia funcional e sua completa dinamicidade, pode-se ponderar que novos sistemas e itens que são agregados ao sistema inicial são capazes de gerar modificações em sua organização inicial.

A vegetação e sua ação benéfica no microclima urbano é fundamental para o resfriamento urbano, por exemplo, caracterizando-a como uma das principais ferramentas para mitigação térmica urbana pelo aumento da umidade relativa do ar e absorção da radiação inserida no meio urbano.

Em relação à fachadas vegetadas para assumir essa função, estas podem ser construídas de várias maneiras, porém as fachadas vegetadas que possuem vegetação trepadeira são mais flexíveis e podem ser adaptadas para diversos projetos, tendo função ativa de filtro de radiação, aumentando a umidade relativa do ar através da evapotranspiração da planta e podendo reduzir a velocidade do vento na superfície.

Essas fachadas vegetadas por sistema indireto, podem ser realizadas através de módulos de aço galvanizado em formato de painel com grades ou com a utilização de rede de cabos de aço. São painéis leves, com possibilidade de formas variadas para a adequação ao trabalho estético de fachada e rígidos para sustentação que, assim, criam um sistema independente da estrutura edificada na qual ela é inserida.

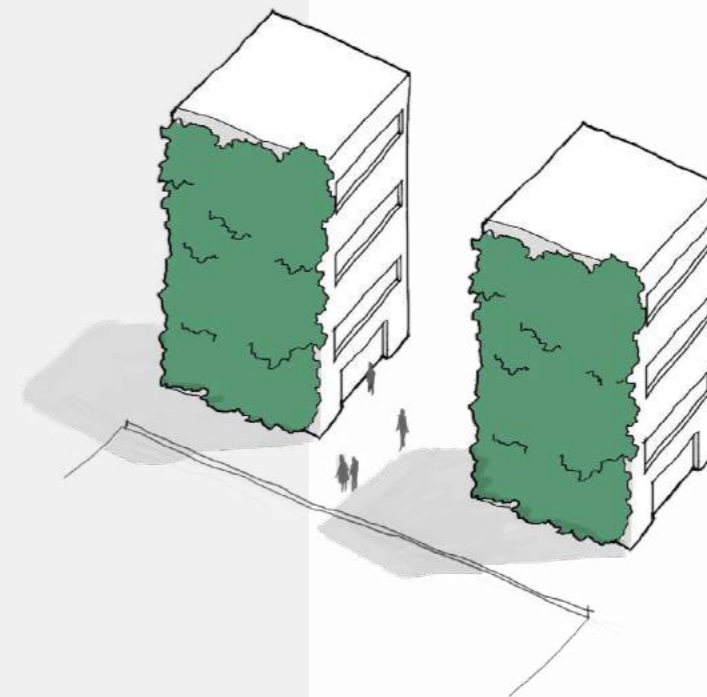
Considering the urban climate as a complex system, with different degrees of functional hierarchy and its complete dynamics, it may be considered that new systems and items that are added to the initial system could be capable of generating changes to its initial organization.

Vegetation and its beneficial action on the urban microclimate is fundamental for urban cooling, for example, and may be characterized as one of the main tools for urban thermal mitigation by increasing the relative humidity of the air and absorbing radiation inserted into the urban environment.

Taking into account that vegetated facades assume the abovementioned function, they may be built in a variety of manners, although those with climbing/creeping plants are more flexible, and may be adapted for different projects. They have an active function as a radiation filter, increase the relative humidity of the air through plant evapotranspiration and may also reduce surface wind speed.

These vegetated façades maybe formed with an indirect system using panels of galvanized steel modules with

grids or using a network of steel cables. These panels are light, and may be formed into different shapes to adapt to the aesthetics of the façade, but are also rigid for strong support. They therefore create a system which is independent of the built structure into which they have been inserted.



Did you know?

Green facades are recommended to reduce the air temperature of local microclimates considering their extent. In residential areas or with a building height of up to three floors, its application in blocks should be embracing these spaces, which generates considerable results of local thermal mitigation.

Você sabia?

Fachadas vegetadas são recomendáveis a fim de reduzir a temperatura do ar de microclimas locais levando em consideração sua extensão. Em áreas residenciais ou com gabarito de até três pavimentos, sua aplicação em quadras deve ser abraçando esses espaços, o que gera resultados consideráveis de mitigação térmica local.

06

Connecting green spaces for climate resilience

Conectividade dos espaços verdes para resiliência climática

Ao longo dos próximos 50 anos, espera-se que até um terço da população mundial resida em áreas de calor extremo, com temperaturas médias anuais acima de 29 °C, segundo estudo de Xu *et al.* (2020). Nas cidades, uma condição climática mais quente aumenta a demanda por energia para resfriamento dos edifícios, encadeando um ciclo no qual os sistemas mecânicos contribuem para o aumento da temperatura externa com a dissipação de calor dos compressores de ar.

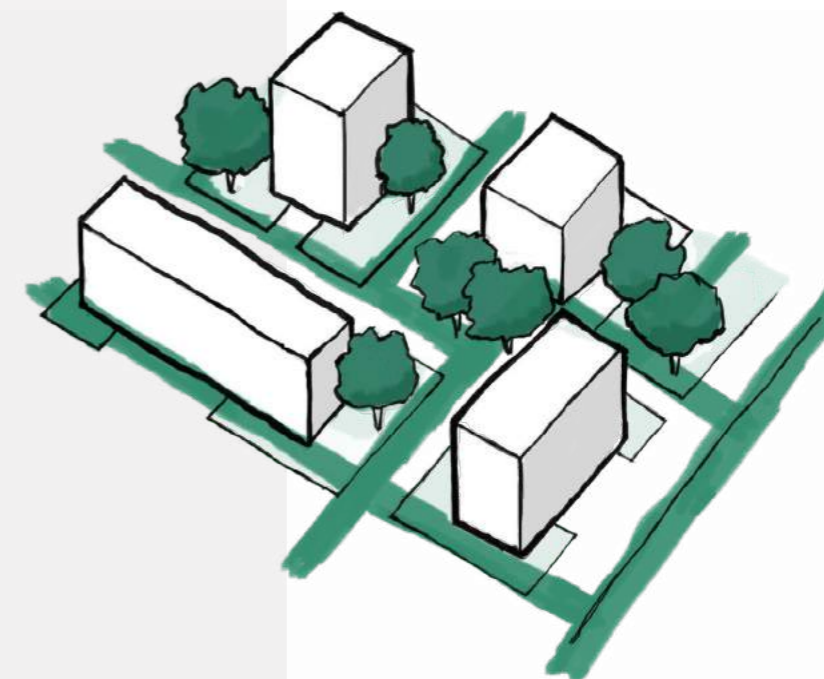
Para mitigar o aquecimento urbano, a vegetação é apontada como um fator fundamental que contribui para a transição das cidades rumo à resiliência climática. Pode-se basear no conceito dos corredores verdes e pensar, para o nível do pedestre, em caminhos verdes conectados, o que evita a fragmentação das áreas verdes. Ruas arborizadas, jardins, quintais, praças, fachadas e telhados verdes em arranjos integrados geram microclimas mais amenos. Intervenções na escala da vizinhança que conectam áreas verdes podem trazer não só benefícios aos microclimas, mas também à saúde, à “caminhabilidade” e à biodiversidade.

Over the next 50 years, up to a third of the world’s population is expected to be living in areas of extreme heat, with average annual temperatures of above 29°C, according to a study by Xu *et al.* (2020). In cities, warmer climatic conditions cause an increase in the demand for energy to cool down buildings, triggering a cycle whereby mechanical systems contribute to an increase in outdoor temperatures with heat dissipation from air compressors.

To mitigate urban warming, vegetation is identified as a fundamental factor that contributes to the transition of cities towards climate resilience. This may be based on the concept of green corridors, considering, at a pedestrian level, connecting green paths, thereby avoiding the fragmentation of green areas. Tree-lined streets, gardens, backyards, squares, green facades and roofs in integrated arrangements generate milder microclimates. Neighborhood-scale interventions that connect green areas may bring benefits not only to microclimates, but also to health, walkability and biodiversity.

Referências

Xu, C., Kohler, T. A., Lenton, T. M., Svenning, J.-C., & Scheffer, M. (2020). Future of the human climate niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(21), 11350–11355. <https://doi.org/10.1073/pnas.1910114117>



Did you know?

Green paths are connected spaces that should prevent fragmentation of green areas, and can be composed of tree-lined streets, gardens, backyards, squares, facades, and green roofs in integrated arrangements to make the microclimate milder.

Você sabia?

Caminhos verdes são espaços conectados que devem evitar a fragmentação das áreas verdes, e podem ser compostos por ruas arborizadas, jardins, quintais, praças, fachadas e telhados verdes em arranjos integrados para tornar o microclima mais ameno.

07

More comfortable play areas for children Áreas de recreação infantil mais confortáveis

Os parquinhos infantis são espaços lúdicos que auxiliam no desenvolvimento infantil, em diferentes fases da idade da criança. Esses espaços devem estar presentes em praças, parques e áreas próximas a residências, de fácil acesso. São locais em que as crianças não vão sozinhas, e sim acompanhadas de seus responsáveis. Por isso, precisam ser locais confortáveis, ao abrigo de sombra, não somente para a criança, mas também para o adulto.

Para tanto é de significativa importância ater-se a algumas observações, não apenas funcional, mas relacionadas ao conforto físico, que estes espaços devem proporcionar aos seus usuários. As áreas de recreação infantil devem receber insolação pela manhã, com áreas de clareiras a leste, para higienização e para o banho de sol das crianças, como fonte de vitamina D. A oeste essas áreas devem receber sombreamento, arborização, para o período da tarde ser mais confortável, gerando um espaço com melhor conforto higrotérmico. Por isso, as áreas de parquinhos devem ser implantadas no sentido Leste-Oeste, com clareira a leste e sombreamento por árvores a oeste, garantindo-se assim, espaços com jogo de sombra e luz, propício ao desenvolvimento de atividades de recreação para as crianças e áreas protegidas para os acompanhantes.

Referência

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Arquitetura Bioclimática do espaço público. Brasília: Editora da UnB, 2001.

Children's playgrounds are recreational spaces that help with their development, at different age stages. These spaces should exist in squares, parks and areas close to their homes, and be easily accessible. Children do not go to these places alone, but are accompanied either by their parents or guardians. Therefore, these places need to be comfortable, with areas of shade, not only for the children, but also for the adults.

Therefore, it is of great importance that these spaces provide both physical and functional comfort for their users. Children's play areas should receive sun in the morning, with open areas facing east, for children's health and sunbathing, providing a source of vitamin D. The areas facing west should be shaded, with afforestation, for the afternoons to be more comfortable, thereby generating a space with better hygrothermal comfort. Thus, the playground areas must be implemented in an east-west direction, with a clearing towards the east and trees providing shade to the west, ensuring spaces with shade and light, conducive to the development of recreational activities for children and protected areas for those who accompany them.



Did you know?

Did you know that "places are observed (according to hygrothermal comfort) according to the quality of your attendance to expectations for human metabolic comfort, in terms of ambient temperature and relative humidity of the air".

Você sabia?

Você sabia que "os lugares são observados (segundo o conforto higrotérmico) conforme a qualidade de seu atendimento a expectativas por conforto metabólico humano, em termos de temperatura ambiente e umidade relativa do ar".

08 Water bodies beyond aesthetics: natural climate control

Espelhos d'água além da estética: um climatizador natural

Os espelhos d'água podem, em um primeiro momento, parecer apenas elementos estéticos na composição espacial. Porém, em muitos projetos eles podem desempenhar um papel muito importante como um climatizador natural, sendo capaz de amenizar o desconforto por calor no local. A água age como um elemento de climatização dos espaços por meio do processo de resfriamento por evaporação.

Empregados tanto em áreas externas quanto em ambientes internos, os espelhos d'água permitem compor microclimas nas edificações, proporcionando maior conforto térmico aos usuários.

Em locais próximos de massas de água, como lagos e rios ou qualquer outra fonte de água, o ar se umidifica, refrescando as edificações (BOGO et al., 1994) A evaporação da água pode reduzir a temperatura e simultaneamente aumentar a umidade relativa de um ambiente. Porém, a fim de evitar o acúmulo de vapor de água, é necessária uma boa taxa de ventilação do ambiente. Dessa forma é necessária uma detalhada investigação das condicionantes locais para uma implantação assertiva dessa estratégia bioclimática.

Em climas secos, por exemplo, o resfriamento evaporativo é um dos mais antigos e mais eficientes métodos de refrigerar de forma passiva uma edificação. O processo

Water bodies may, at first glance, appear to be just aesthetic elements in the spatial composition. However, in many designs they can play a very important role as a natural air conditioner, being able to alleviate heat discomfort in a room. Water acts as an element for air conditioning spaces, through the evaporative cooling process.

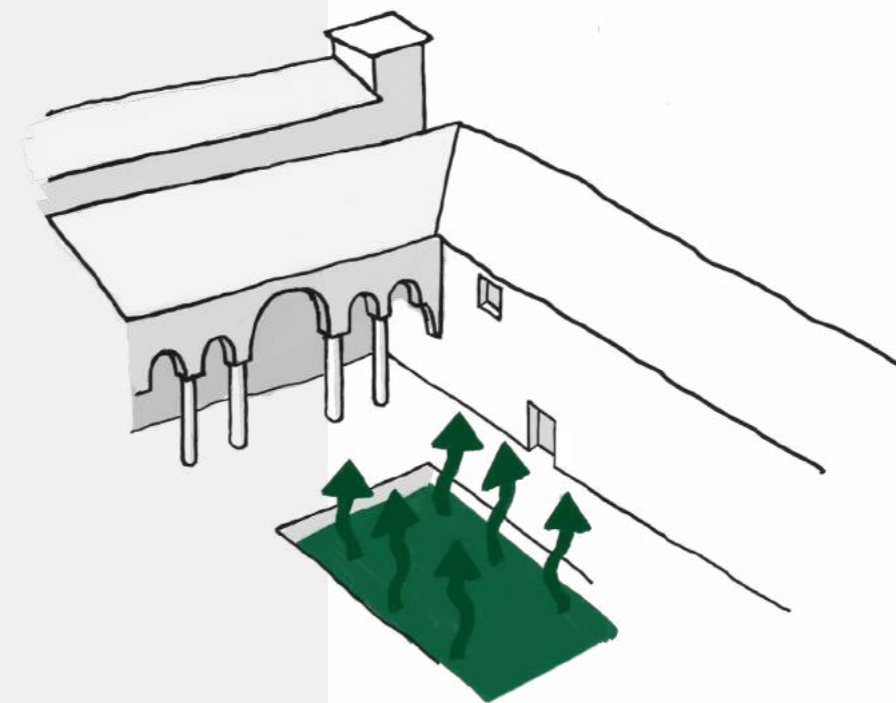
Used both outdoors and indoors, water bodies allow microclimates to be composed in buildings, providing greater thermal comfort to users.

According to BOGO (1994), in places close to water bodies, such as lakes and rivers or any source of water, the air becomes humidified, thereby refreshing buildings. Water evaporation can reduce temperature and simultaneously increase the relative humidity of an environment. However, in order to prevent the accumulation of water vapor, a good level of room ventilation is needed. Thus, a detailed investigation of local conditions is necessary for an assertive implementation of this bioclimatic strategy.

In dry climates, for example, evaporative cooling is one of the oldest, most efficient methods of passively cooling a building. The physical process of evaporative cooling is based on the process of water evaporation that removes heat from the environment or material on which evaporation takes place. The degree of cooling is determined by the

speed of evaporation: the faster the evaporation process, the greater the drop in temperature. In an open space, the rate of evaporation will be faster when the surface area of water and the air velocity are greater and the relative humidity of the air is lower.

físico do resfriamento evaporativo baseia-se no processo de evaporação da água que retira calor do ambiente ou do material sobre o qual a evaporação acontece. O grau de resfriamento é determinado pela velocidade da evaporação: quanto mais rápido o processo da evaporação, maior a queda de temperatura. Em um espaço aberto, a taxa de evaporação será mais rápida quanto maior forem a área superficial da água e a velocidade do ar, e menor for a umidade relativa do ar.



Did you know?

What is the normal value of relative humidity? Humidity levels are lower mainly in late winter, early spring and during the afternoon, between 12pm and 4pm. According to the WHO (World Health Organization), the ideal level of air humidity for the human body is between 40% and 70% (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1990)

Você sabia?

Qual é o valor normal da umidade relativa do ar? Os níveis de umidade são mais baixos principalmente no fim do inverno, início da primavera e durante a tarde, entre 12h e 16h. De acordo com a OMS (Organização Mundial de Saúde), o nível ideal de umidade do ar para o organismo humano gira entre 40% e 70% (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 1990).

Referência

BOGO, A., PITROBON, C. E., BARBOSA, M. J., GOULART, S., PITTA, T., LAMBERTS R. Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico. LabEEE - Relatório Interno. 1994.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Indoor air quality: biological contaminants. Relatório de encontro da Organização Mundial de Saúde. 1990.

02

ILUMINAÇÃO
DAYLIGHTING



09. Atenção especial ao vizinho!
Veridiana A. Scalco

10. Deixe a luz do sol entrar sem superaquecer
Ayana Dantas de Medeiros

11. Atenção para a qualidade da iluminação
Ayana Dantas de Medeiros

12. Não basta luz, haja vista
Ayana Dantas de Medeiros

13. A Iluminação em equipamentos em espaços públicos
Giuliana de Brito Sousa

14. A qualidade da luz: 5 aspectos essenciais para o projeto
Júlia Teixeira Fernandes

15. Elementos de luz e sombra: brise e cobogó
Juliana Andrade Borges de Sousa

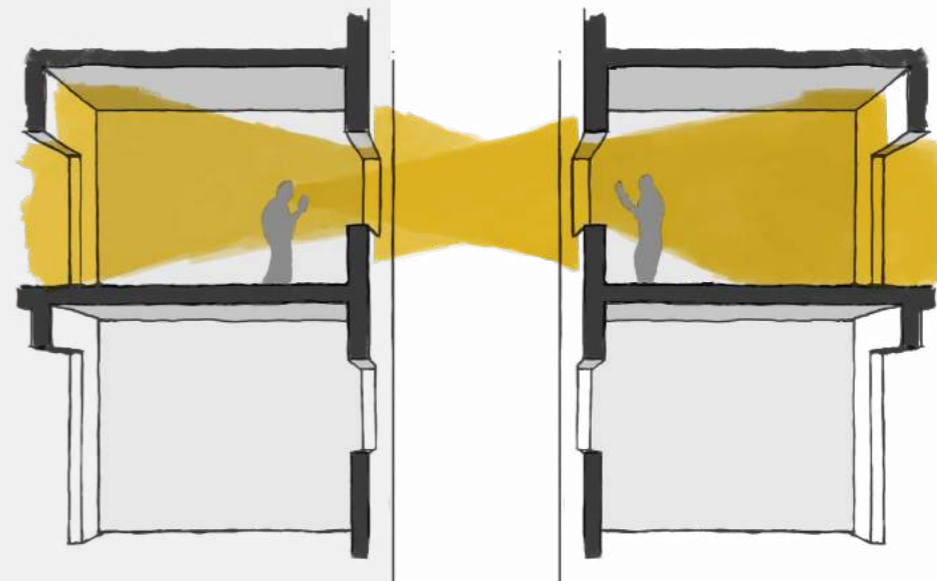
16. Profundidade do ambiente e altura da janela, uma relação que importa
Milena Sampaio Cintra

09 Pay special attention to neighbors! Atenção especial ao vizinho!

Preocupe-se com a obstrução do vizinho... mas também com a obstrução que você vai gerar para ele! A obstrução geralmente impacta no acesso à iluminação natural, mas os aspectos relativos à necessidade de privacidade e vista devem ser considerados. O projeto arquitetônico é o começo de tudo e sinônimo de planejamento. Começar bem é fundamental para garantir o conforto e saúde dos usuários do ambiente construído. Os espaços que serão criados dentro do lote precisam considerar esses aspectos, pois a tríade “AMBIENTE URBANO – EDIFÍCIO – USUÁRIO” está intimamente conectada. Analise o clima da sua cidade, identifique a posição do norte em relação ao terreno, verifique a influência das trajetórias solares em pelo menos em três períodos (solstício de inverno, solstício de verão e equinócio) através de análises horárias para entender como a luz solar direta incide no terreno (considerar o vizinho existente e o futuro, se ainda não houver). Verifique as temperaturas médias do local e a necessidade de proteger ou expor as aberturas do edifício.

Be careful of obstructions by the neighbors... as well as any obstruction that you may create for them! Obstructions often impact access to daylighting, although aspects related to the need for privacy and views should also be considered. Architectural design is the beginning of everything and is synonymous with planning. Getting off to a good start is essential for ensuring the comfort and health of users in the built environment. The spaces that will be created within the plot need to consider these aspects, since the triad “URBAN ENVIRONMENT – BUILDING – USER” are intimately connected. Analyze the climate of your city/town, identify where North is in relation to the terrain, verify how the trajectories of the sun may be of influence during at least three seasonal periods (winter solstice, summer solstice and equinox), with the aid of hourly analyzes understand how direct sunlight affects the terrain (considering any existing or future neighbor, should there be none at that moment).

Check the average temperatures of the location and decide on the need to either protect or expose the openings of the building.



Did you know?

The *Estudo de Impacto de Vizinhança* is an instrument of the *Estatuto da Cidade* that governs neighborhood impacts. However, it is mandatory only for some ventures that can generate more impacts than conventional constructions. To understand how the impact assessment should be done, it is suggested to consult the reference models that the municipalities provide.

Você sabia?

O Estudo de Impacto de Vizinhança é um instrumento do Estatuto da Cidade que rege sobre os impactos de vizinhança. Entretanto, ele é obrigatório apenas para alguns empreendimentos passíveis de gerar mais impactos que construções convencionais. Para entender como a avaliação de impacto deve ser feita sugere-se consultar os modelos de referência que as prefeituras disponibilizam.

10

Let the sunlight enter without overheating Deixe a luz do sol entrar sem superaquecer

Tratando-se de iluminação natural, a arquitetura de climas quentes, exposta a altos níveis de exposição solar ao longo de todo o ano e dominada pela necessidade de resfriamento, a ênfase do projeto deve potencializar o uso da luz, para evitar o superaquecimento da edificação. Esse controle lida com a redução permanente ou temporal da radiação solar direta transmitida através dos componentes de construção. Nessa perspectiva, a sombra é um recurso eficaz para combater o desconforto causado pela radiação. Em regiões tropicais quentes e úmidas, uma boa estratégia é utilizar elementos da paisagem circundante, como a vegetação. Contudo, é a arquitetura que cumpre um papel fundamental nessa missão; Hertz (1998) cita a importância do tratamento do telhado, que pode servir como um verdadeiro guarda-sol. O autor comenta, também, sobre a importância de garantir que todas as aberturas estejam servidas de um sistema que evite a entrada direta do sol. Já Santamouris (2005) apresenta opções de sombreamento que combinam esquadrias com dispositivos de sombreamento externo ou interno, como *brises*, *cobogós* e persianas, além do tratamento das áreas envidraçadas das edificações, que

Referências

GALASIU, A.D.; VEITCH, J.A. Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review. *Energy And Buildings*, [s.l.], v. 38, n. 7, p.728-742, jul. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.03.001>.

HERTZ, J. B. *Ecotécnicas em Arquitetura: Como projetar nos trópicos úmidos do Brasil*. São Paulo: Pioneira, 1998. 125 p.

SANTAMOURIS, M. *Passive Cooling of Buildings*. In: ISES (org.). *Advances in Solar Energy: An Annual Review of Research and Development in Renewable Energy Technologies*. Londres: James and James Science, 2005.

When addressing daylighting, the architecture in hot climates, exposed to high levels of solar exposure throughout the entire year and dominated by the need to be cooled down, the emphasis of the design should potentiate the use of daylight but without overheating the building. This control deals with the permanent or temporal reduction of direct solar radiation transmitted throughout the building components. In this perspective, shade is an effective resource to combat discomfort caused by radiation. In hot, humid tropical regions a good strategy is to use elements from the surrounding landscape, such as vegetation. However, it is architecture that fulfills a key role in this mission, and Hertz (1998) cited the importance of roof treatment, which may serve as a veritable parasol. Hertz also commented on the importance of ensuring that all openings are served by a system that avoids direct sunlight. On the other hand, Santamouris (2005) presented shading options combining frames with external or internal shading devices, such as *brise soleil*, *cobogós* and louvres, in addition to dealing with the areas of the building with glass, which may work with variable transmittance and bring about better conditions for environmental thermal and luminous equilibrium. He also commented that the openings facing the external environment need shade in order

to avoid both overheating and dazzle from the sun and sky, regardless of the directional angle of light. Both of these effects alter the sense of well-being of the occupants and the energy consumption of the building.

podem trabalhar com transmitância variável e provocar melhores condições de equilíbrio entre o ambiente térmico e luminoso. O referido autor comenta, ainda, que as aberturas voltadas para o ambiente externo precisam de sombra tanto devido ao superaquecimento quanto ao ofuscamento do sol e do céu, independentemente do ângulo da direção da luz proveniente deles. Ambos os efeitos alteram a sensação de bem-estar dos ocupantes e o consumo de energia do edifício.



Did you know?

Galasiu and Veitch (2006) say that integrated controls for lighting and shading are more accepted when there is a degree of control provided to occupants and facility managers, with the need for a simple and easy handling. When the shading device is manually available and operated by users, people often set it in a position which it is rarely changed.

Você sabia?

Galasiu e Veitch (2006) discorrem que os controles integrados para iluminação e sombreamento são mais aceitos quando há um grau de controle fornecido aos ocupantes e gerentes de instalações, havendo necessidade de que sejam de simples e fáceis manuseio. Quando o dispositivo de sombreamento é disponível e operado manualmente pelos usuários, as pessoas geralmente estabelecem um padrão do qual raramente é novamente manipulado.

11

Attention to the quality of lighting Atenção para a qualidade da iluminação

Conhecer o clima e a disponibilidade de luz natural para um edifício é essencial para projetar sua aplicação, já que a oferta de luz solar varia em intensidade e qualidade ao longo do dia, e o quanto essa variação é desejável e tolerável dependerá, diretamente, do uso particular de um espaço (VEITCH, 2006). Contudo, prover o aproveitamento da iluminação natural internamente nos edifícios implica não somente permitir sua captação, mas também, tratá-la em termos de qualidade. *A Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) (2000)* entende que o conceito de qualidade da iluminação está na confluência entre 3 dimensões do ambiente construído: o atendimento das necessidades humanas, os aspectos econômicos envolvidos e os elementos da arquitetura em si. Fernandes, Amorim e Sousa (2013) afirmam que a qualidade da iluminação afeta aspectos visuais (para cumprir a tarefa visual), emocionais (para criar atmosferas), biológicos (para apoiar e estimular as pessoas) e de orientação (para sentir-se seguro) dos usuários de um ambiente. Apontam, ainda, que os aspectos básicos para uma avaliação da qualidade de iluminação estão associados a: aspectos de projeto (iluminância, uni-

Knowing the climate and availability of daylight for a building is essential when designing your application, since the offer of sunlight varies in intensity and quality throughout the day and, the extent to which this variation is desirable and tolerable will depend directly on the particular use of a space (VEITCH, 2006). However, taking advantage of internal daylight in buildings not only implies enabling the possibility of harvesting, but also of addressing it in terms of quality. The Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) (2000) understands that the concept of lighting quality is on the convergence between 3 dimensions of the built environment: attending to human needs, the economic aspects involved and the elements of the architecture itself. Fernandes, Amorim and Sousa (2013) affirmed that the quality of lighting affects visual (to fulfill visual tasks), emotional (to create atmospheres), biological (to support and stimulate people) and guidance (to feel safe) aspects for the users of an environment. They also indicated that the basic aspects for assessing lighting quality are associated with: design aspects (illuminance, uniformity, glare, reproduction and temperature of colors, contrast, shading, and natural lighting); individual aspects (acceptance, satisfaction, well-being, activation, circadian rhythm, flexibility, individuality and ex-

pectations); and creative aspects (architectural elements, zoning, positioning, visual quality and aesthetic quality of the lighting fixtures). Hence, analyzing the assertive application of daylight in architecture requires careful work right from the first stages of the design, with planning and an understanding that visibility is an essential part of lighting. However, this is not the sole purpose of the illuminated environment.

formidade, ofuscamento, reprodução e temperatura das cores, contraste, sombreamento e iluminação natural); aspectos individuais (aceitação, satisfação, bem-estar, ativação, ritmo circadiano, flexibilidade, individualidade e expectativas); e aspectos criativos (elementos da arquitetura, zoneamento, posicionamento, qualidade visual e estética da luminária). Assim, analisar a aplicação assertiva da luz natural na arquitetura exige trabalho cuidadoso desde as primeiras etapas de projeto, com planejamento e o entendimento de que a visibilidade é uma parte essencial da iluminação, contudo não é o único propósito do ambiente luminoso.



Did you know?

An intrinsic factor to the quality of lighting is the fact that visual perception is an individual experience. As biological beings, the human body responds to visual stimuli that, according to recent studies, behave differently between men and women. In addition, visual stimuli can also affect people with significant vision loss through circadian indicators.

Você sabia?

Um fator intrínseco à qualidade da iluminação é o fato de que a percepção visual é uma experiência individual. Enquanto seres biológicos, o corpo humano responde a estímulos visuais que, segundo estudos recentes, se comportam de modo diferente entre homens e mulheres. Além disso, estímulos visuais também podem afetar pessoas com significativa perda de visão por meio de indicadores circadianos.

Referências

FERNANDES, J.T.; AMORIM, C.N.D.; SOUSA, J.A.B. Lighting and daylighting quality: critical review of criteria and recommendations and its insertion in Brazilian context. Proceedings of CIE Centenary Conference: Towards a New Century of Light, Paris, 2013.

VEITCH, J.A. Lighting for well-being: a revolution on lighting? In: 2nd CIE Expert Symposium on Lighting And Health, 2., 2006, Ottawa. Proceedings. Viena: Áustria: CIE, 2006. v. 13, p. 56 -61.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA (IESNA). Lighting handbook: Reference & application. 9.ed. Nova York: Illuminating Engineering Society of North America, 2000.

12

Light is not enough, there must be a view Não basta luz, haja vista

Além de permitir o acesso a ventilação e iluminação natural, as janelas de uma edificação garantem os benefícios do contato visual com o exterior, que vão desde a percepção da passagem do tempo à diminuição da sensação de confinamento e isolamento, além de recuperação psíquica dada ao alívio visual provocado pela vista (VEITCH, 2006). Nesse sentido, a CEN 17037:2018 – norma europeia que trata das condições de iluminação natural em edificações – estabelece métodos de avaliação e parâmetros quanto a qualidade da iluminação natural em ambientes internos e classifica o valor estético da vista exterior, correlacionado com complexidade, manutenção e aspecto temporal. Segundo o documento, para uma boa composição, os elementos da vista geralmente apreciados não devem ser fragmentados e devem ser garantidos equilíbrio e proporção visual. É indicado que o usuário tenha acesso a uma vista com percepção de uma porção de solo, horizonte e céu. Além disso, informações como localização, tempo, clima, natureza e fluxo de pessoas também são importantes, assim como entender as condições de entorno, como a presença ou ausência de obstrução externa. Além da vista, Koenigsberger *et al.* (1973) afirmam que a grande luminosidade do céu pode provocar ofuscamento e, por essa razão, a visão da abóbada celeste deve ser controlada. Os autores

Referências

EUROPEAN STANDART. EN 17037: Daylight in buildings. CEN, 2018.

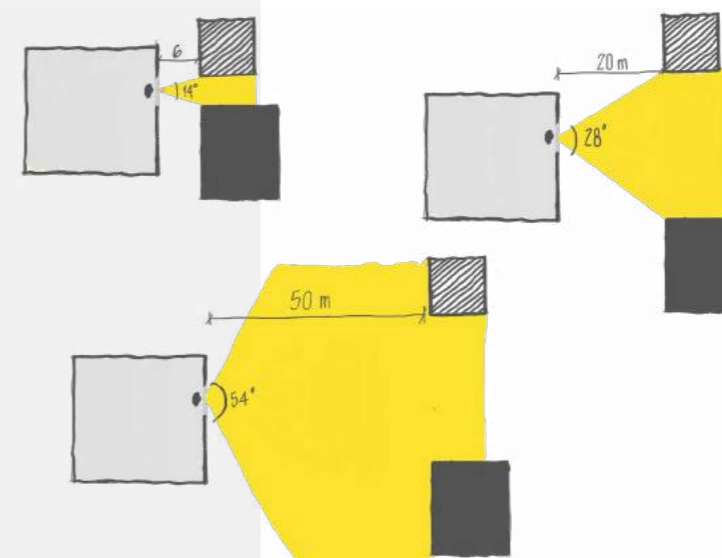
KOENIGSBERGER, O. H. *et al.* Manual of tropical housing and building: Part 1 - climate design. London: Longman, 1973. 320 p.

VEITCH, J.A. Lighting for well-being: a revolution on lighting? In: 2nd CIE Expert Symposium on Lighting And Health, 2., 2006, Ottawa. Proceedings.Viena: Áustria: CIE, 2006. v. 13, p. 56 -61.

In addition to enabling access to ventilation and daylighting, the windows of a building guarantee the benefits of visual contact with the outside world, which ranges from perceiving the passing of time to reducing the sensation of confinement and isolation, in addition to psychological recovery due to the visual relief caused by the view (VEITCH, 2006). Thus, CEN 17037: 2018, the European standard which deals with the conditions of daylighting in buildings, established assessment methods and parameters with regard to the quality of natural lighting in internal environments, and classified the aesthetic value of the exterior view, correlated with complexity, maintenance and temporal appearance. According to the document, for a good composition, the elements of a generally appreciated view should not be fragmented and visual equilibrium and proportions should be guaranteed. It is recommended that the user has access to a view with a perception of a portion of the ground, the horizon and sky. In addition, information such as location, weather, climate, nature and flow of people are also important, together with understanding the conditions of the surroundings, such as the presence or absence of external obstructions. As well as a view, Koenigsberger *et al* (1973) affirmed that strong luminosity from the sky can cause glare and for this

reason, a view of the celestial sphere should be controlled. Guidelines mentioned by the authors included a good relationship between windows, daylighting and external views in order to enable a view of the sky and of the street level (within around 15°), to exclude from the view excessively bright surfaces illuminated by the sun and to provide the reflection of daylighting onto the ceiling, which should be of a light color.

mencionam como diretrizes para uma boa relação entre janelas, iluminação e vista externa permitir a visão do céu e do nível da rua (dentro de cerca de 15°), excluir a vista de superfícies excessivamente brilhantes iluminadas pelo sol e proporcionar a reflexão da luz natural incidente sobre o teto, que deve ser de cor clara.



Did you know?

In addition to enabling contact with the external medium, in terms of ventilation and daylighting, the building envelope allows severe weather to access internal areas. In tropical climates, like in Brazil, regions where there is a constant incidence of strong rains with large volumes of water and wind, elements such as eaves, brise soleil and types of window openings not only respond to the demand of shading but help to protect the building and its users when exposed to rain.

Você sabia?

Além de permitir o contato com o meio externo em termos de ventilação e iluminação natural, a envoltória de uma edificação permite o acesso de intempéries a áreas internas. Em climas tropicais, como no Brasil, regiões onde há incidência constante de fortes chuvas com grande volume de água e vento, elementos como beirais, brises e tipo de abertura de janelas não só respondem a demanda de sombreamento como auxiliam na proteção do edifício e seus usuários quando expostos a chuva.

13

Lighting the equipment in public spaces A iluminação em equipamentos em espaços públicos

Muitas atividades devem ser inseridas no espaço livre público como opções para a apropriação pelos seus usuários. Atividades que atraiam a população e possibilitem sua permanência por mais tempo no espaço livre são essenciais para a vitalidade dos lugares. Entre as atividades disponíveis no espaço livre, de presença significativa, estão quiosques, para a venda de lanches ao ar livre e áreas de apresentações, espetáculos e *shows* ao ar livre, como anfiteatros ou palcos, em praças e parques. Essas atividades necessitam de uma comunicação visual direta, entre quem atende e quem é atendido e entre quem se apresenta e quem assiste. Portanto, essas pequenas construções e mobiliários urbanos requerem um cuidado específico no momento da sua implantação, pois, se não se observar a locação desses equipamentos em relação à quantidade de luminância, pode-se ter problemas com o ofuscamento.

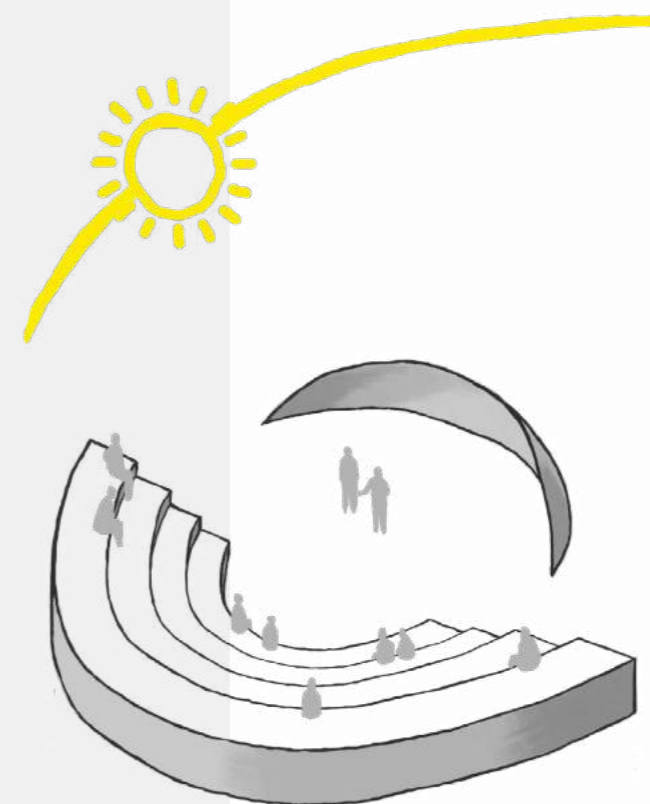
Assim, quiosques e áreas de apresentação, como anfiteatros ao ar livre, devem-se localizar na posição Norte-Sul, para evitar a incidência direta da luminância, o ofuscamento, no sentido do atendente ao público e do apresentador à plateia, e vice-versa. Essa estratégia permite um melhor desempenho para o conforto luminoso diurno, no uso desses equipamentos, que são importantes para as possibilidades de apropriação de espaços livres.

Referência

KOHLSDORF, G. & KOHLSDORF, M. Ensaio Sobre o Desempenho Morfológico dos Lugares. Brasília: Ed. FRBH, 2017.

Many activities must be inserted into open public spaces as options for appropriation by its users. Activities that attract the population and make it possible for them to stay longer in the open space are essential for the vitality of the place. Among the activities available in the open space, with a significant presence, are kiosks for the sale of outdoor snacks, as well as areas for presentations, displays and outdoor shows, such as amphitheaters or stages, in squares and parks. These activities require direct visual communication between those who attend and those who are attended, and between those who are presenting and those who watch. Thus, these small buildings and urban furniture require specific care at the moment of implementation, since if this equipment is not located in a position that takes into account the amount of luminance, problems with glare may occur.

Hence, the implantation of kiosks and presentation areas, such as outdoor amphitheaters, should be located in a north-south position, to avoid a direct incidence of luminance, glare, from the attendant toward the public and the presenter toward the audience, and vice versa. This strategy allows a better performance for daytime light comfort, when using these equipment, which are important aspects for appropriating free spaces.



Did you know?

Did you know that “luminance is a relevant factor for the glare phenomenon? Daylight in public space can provoke the phenomenon of glare (very high luminance surrounded by very low luminance)”.

Você sabia?

Você sabia que “a luminância é um fator relevante para o fenômeno de ofuscamento? A luz diurna no espaço público pode provocar o fenômeno do ofuscamento (luminância muito alta rodeada de luminância muito baixas)”.

14

Lighting quality: 5 essential aspects for the project

A qualidade da luz: 5 aspectos essenciais para o projeto

Falar de qualidade da iluminação é importante para entender os novos critérios, métodos e ferramentas, mais consistentes com a realidade contemporânea, especialmente na integração de iluminação artificial e natural.

Mas como estabelecer hoje a iluminação adequada de ambientes?

Até os anos 2000, as normas e critérios focavam apenas em aspectos quantitativos, ou seja, exigências de níveis mínimos de iluminância para luz artificial (lux-luz incidente). Já para a luz natural, por sua característica dinâmica, sempre foi complexo estabelecer critérios e normas, principalmente pela limitação de ferramentas de simulação. Assim, a área de iluminação precisava de novas métricas, especialmente para uma avaliação integrada da luz (natural + artificial).

Nos últimos 10 anos, os estudos de iluminação evoluíram, integrando conceitos de percepção do usuário, novos *softwares* de simulação dinâmica, e uma preocupação cada vez maior com a etapa de projeto.

A qualidade da iluminação hoje defendida está relacionada à integração da luz natural e artificial, atendendo critérios de: **1) Desempenho Visual, 2) Conforto Visual, 3) Qualidade da Vista, 4) Satisfação do Usuário, 5) Eficiência Energética** (FERNANDES, 2016). Além disso, nunca se valorizou tanto a luz natural como agora, garantia de ambientes mais saudáveis. Nesse contexto, destacam-se normas e regulamentos que foram revisados no

Referência

Fernandes, Júlia Teixeira. Qualidade da Iluminação Natural e o Projeto Arquitetônico: A relação da satisfação do usuário quanto à vista exterior da janela e a percepção de ofuscamento. Tese de Doutorado PPG/FAU/UnB, Brasília, 2016.

Discussing lighting quality is important in order to understand new criteria, methods and tools that are more consistent with contemporary reality, especially in the integration of artificial and daylighting.

So, nowadays, how can we establish adequate ambient lighting?

Until the 2000s, norms and criteria only focused on quantitative aspects, i.e., the requirements for minimum levels of illuminance for artificial light (lux-incident light). On the other hand, for daylight, due to its dynamic characteristic, it has always been a complex matter to establish criteria and norms, mainly due to the limitation of simulation tools. Thus, the illuminated area needed new metrics, especially for an integrated assessment of light (natural + artificial)

Over the past 10 years, lighting studies have evolved, integrating user perception concepts, new dynamic simulation software, and an increasing concern with the design stage.

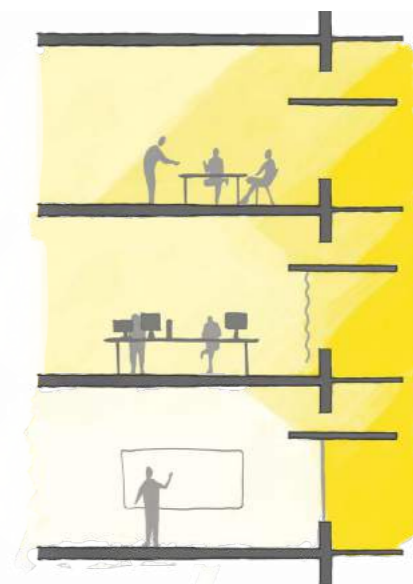
The lighting quality recommended today is related to the integration of daylight and artificial light, meeting the criteria of: **1) Visual Performance, 2) Visual Comfort, 3) Quality of View, 4) User Satisfaction, 5) Energy Efficiency.** (FERNANDES, 2016). Furthermore, daylight has never been valued as much as it is now, a guarantee of healthier environments. Within this context, there

are some outstanding standards and regulations, which were revised in Brazil in 2021 (NBR 15.575 Performance Standard and PBE Edifica Label) together with others under development, for a new market reality.

Currently, proof of designs is now required, within the professional technical responsibilities. Thus, it is essential that the design processes also improve, by establishing initial guidelines, with assessments that confirm and guarantee effective, viable solutions for the quality of lighting in built environments. (FERNANDES, 2016). After all, a good design is “born” correctly!

Brasil em 2021 (NBR 15.575 Norma de Desempenho e Etiqueta PBE Edifica) e outros em desenvolvimento, para uma nova realidade do mercado.

Passam a ser exigidas comprovações dos projetos, dentro de suas responsabilidades técnicas profissionais. Assim, é fundamental que os processos de projetos também melhorem, já estabelecendo diretrizes iniciais, com avaliações que comprovem, garantam soluções eficazes e viáveis de qualidade da iluminação dos ambientes construídos. (FERNANDES, 2016). Afinal, projeto bom, “nasce” direito!



Did you know?

Have you ever stopped to think that the light you perceive in an environment is from our “visual field”, that is, what is it that we see vertically, not horizontally? In addition, the light changes according to the color and material of the surfaces. So today it makes no sense to evaluate lighting only in quantitative aspects, measured in horizontal planes, right? We need to identify qualitative aspects (glare, contrast, quality of view, etc.), as the user’s perception of the lighting of an environment is completely altered.

Você sabia?

Você já parou para pensar que a luz que percebemos em um ambiente é do nosso “campo visual”, ou seja, do que vemos na vertical, e não na horizontal? Além disso, a luz se altera de acordo com a cor e material das superfícies. Por isso, hoje não faz mais sentido avaliar a iluminação apenas em aspectos quantitativos, medido em planos horizontais, certo? Precisamos identificar os aspectos qualitativos (ofuscamento, contraste, qualidade da vista, etc.), pois esses alteram completamente a percepção do usuário em relação à iluminação de um ambiente.

15

Elements of light and shadow: brise soleil and cobogó Elementos de luz e sombra: brise e cobogó

Brises e cobogós são elementos arquitetônicos utilizados, principalmente, para o controle de insolação nas edificações. Em comum, ambos se apresentam como elementos que, uma vez bem projetados, permitem maior qualidade ambiental às edificações. Brises são largamente utilizados na produção arquitetônica modernista e incorporados com sucesso na arquitetura brasileira durante o século XX. Os brises se apresentam como elementos importantes para o sombreamento de aberturas, contribuindo não somente para o conforto térmico, mas também para o conforto visual, uma vez que, ao evitar a incidência direta da radiação solar, reduz a chance de ofuscamento para os usuários próximos às janelas. São também componentes que auxiliam na eficiência energética das edificações, por reduzirem a carga térmica interna, e, conseqüentemente, permitirem a redução do uso de condicionamento artificial (1).

Os brises devem ser dimensionados em função da latitude local e da orientação solar das fachadas da edificação, o que pode ser facilmente realizado por meio da Carta Solar ou outras ferramentas, como simulações computacionais. Desta forma, o projetista poderá garantir a melhor posição para a proteção solar – se horizontal, se vertical ou se mista – e prever corretamente a angulação de posicionamento em função do percurso solar local. Podem ser fabricados de diversos materiais, podendo ser fixos ou móveis. A escolha de sua forma dependerá do projeto arquitetônico e de seus condicionantes, tais quais: relações formais/estéticas, custos e possibilidade de manutenção futura.

Referência

1. LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 2ª edição. São Paulo: ProLivrós, 2004

Brise soleil and *cobogós* are architectural elements used mainly to control solar radiation in buildings. Commonly, both are presented as elements that, once well designed, allow greater environmental quality to buildings. Brises are a sun protection element widely used in modernist architectural production and successfully incorporated into Brazilian architecture during the 20th century, as they allow control of the admission of direct radiation into environments. Especially for Brazilian climates - generally characterized by average daytime temperatures above 20° C - louvers are important elements for shading openings, contributing not only to thermal comfort but also to visual comfort, since which, by avoiding the direct incidence of solar radiation, reduces the chance of glare for users close to windows. They are also components that help in the energy efficiency of buildings, by reducing the internal thermal load, and, consequently, allowing the reduction of the use of artificial conditioning (1).

Brises must be dimensioned according to the local latitude and solar orientation of the building's facades, which can be easily performed using the Solar Chart tool or other tools, such as computer simulations. In this way, the designer will be able to guarantee the best position for the sun protection – whether horizontal, vertical or mixed – and correctly

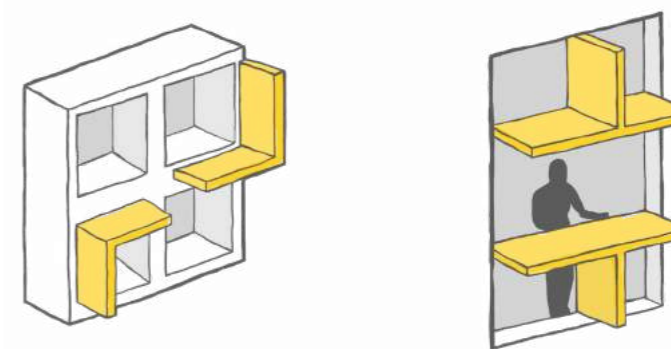
predict the positioning angle depending on the local solar path. They can be made of different materials and can be fixed or mobile. The choice of its form will obviously depend on the architectural design and its constraints, such as formal/aesthetic relations, costs, and the possibility of future maintenance.

Cobogós are hollow elements, designed for the construction of permeable walls, which allow the passage of daylight and wind but control the incidence of direct solar radiation. Inspired by the trusses found in lattices and *muxarabiês*, of Arab origin, and present in Brazilian colonial architecture. Like brises, *cobogós* were widely used in Brazilian modern architecture, spread mainly through the work of Lúcio Costa.

Cobogós are indicated for regions where permanent ventilation of the environments is necessary, and, for this reason, they are very suitable for hot-humid climates. Care must be taken with its specification in places that require night closing or at certain times of the year.

Cobogós são elementos vazados, concebidos para construção de paredes permeáveis, que permitem a passagem de luz natural e dos ventos, mas controlam a incidência da radiação solar direta. Inspirados nas treliças encontradas nas gelosias e muxarabiês, de origem árabe, e presentes na arquitetura colonial brasileira (2). Assim como os brises, os cobogós foram bastante utilizados na arquitetura moderna brasileira, difundidos, principalmente, pela obra de Lúcio Costa.

Os cobogós são indicados para regiões onde se faça necessária a ventilação permanente dos ambientes, e, por esta razão, são muito adequados para os climas do tipo quente-úmido. Deve-se tomar cuidado com sua especificação em locais que necessitem de fechamento noturno ou em determinadas épocas do ano.



Did you know?

Brise is an abbreviation of the French word *brise-soleil*, which means “sun break”, and its creation is attributed to the French-Swiss architect Le Corbusier. The word *cobogó*, on the other hand, derives from the initial syllables of the surnames of its creators: the Portuguese Amadeu Oliveira Coimbra, the German Ernst August Boeckmann and the Pernambuco Antônio de Góes.

Você sabia?

Brise é uma abreviação da palavra francesa *brise-soleil*, que significa “quebra-sol”, e sua criação é atribuída ao arquiteto franco-suíço Le Corbusier.

Já a palavra *cobogó* deriva das sílabas iniciais dos sobrenomes de seus criadores: o português Amadeu Oliveira Coimbra, o alemão Ernst August Boeckmann e o pernambucano Antônio de Góes.

16

Ambient depth and window height, a relationship that matters Profundidade do ambiente e altura da janela, uma relação que importa

Ambientes mal iluminados (com pouca luz natural) frequentemente ocorrem em consequência de serem muito profundos! E esse é o principal motivo de “reprovação” de atendimento a norma NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) em consultorias. Vou te explicar por que isso acontece e como fazer para garantir que a luz chegue até o fundo do ambiente!

Primeiro, é importante entender que a intensidade de luz natural (em lux) que entra em um ambiente decai rapidamente, ou seja, tem muita luz perto da janela, mas logo essa intensidade diminui. Mas como saber se o ambiente está ou não muito profundo?

Existe uma “regra de ouro” que, se você seguir, provavelmente, estará garantindo uma boa quantidade de luz natural no seu projeto. O ambiente deve ter profundidade de até 2,5 x altura da verga da janela para ser bem iluminado.

Exemplo: Quando a janela possui 2,1 de altura (do piso), a profundidade máxima do ambiente deve ser de, no máximo, 5,25 metros. Vale destacar que essa regra nos fornece um balizador para um projeto com luz natural, no entanto ela não é universal! A quantidade de luz disponível no ambiente irá variar de acordo com a cidade, orientação, entorno, existência de elementos de proteção solar ou não. Portanto, é recomendável buscar a simulação computacional para uma avaliação precisa.

Referência

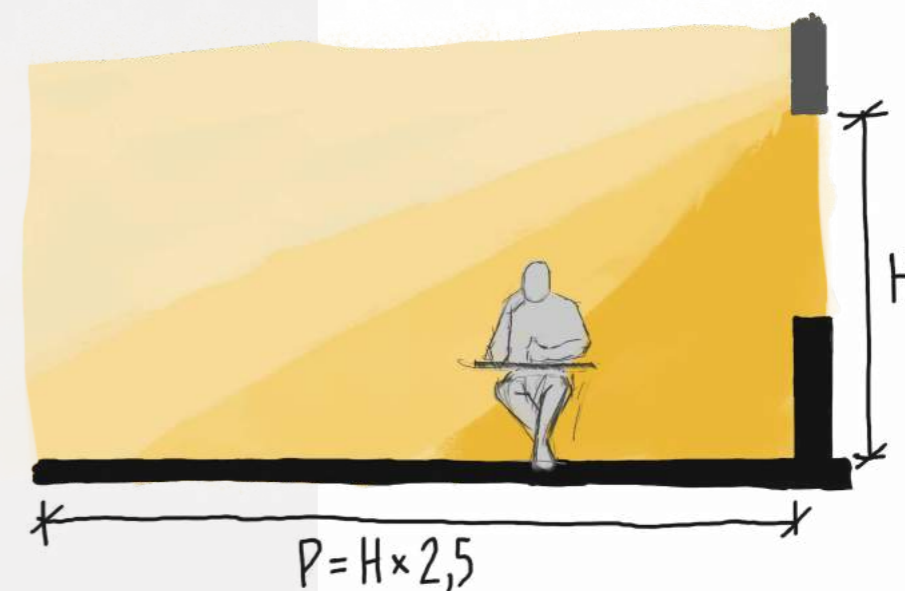
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

Poorly lit environments (with little daylight) often occur as a result of being too deep! This is the main reason for “failing” to comply with the NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) standard in the consultancies that have been undertaken. Below is an explanation why this happens and how to ensure that light reaches the back of the room!

First, it is important to understand that the intensity of daylight (in lux) that enters an environment declines quickly, i.e., a lot of light falls near the window, but very quickly this intensity decreases. So how do you know if the environment is too deep or not?

There is a “rule of thumb”, which if you follow will probably ensure a good amount of daylight in your design. In order to be well-lit, a room needs to have a depth of up to 2.5 x the height of the window lintel.

E.g.: When the window is 2.1 high (from the floor), the maximum depth of the room must be 5.25 meters. It should be noted that this rule provides us with a beacon for a design with daylight, however it is not universal! The amount of light available in the environment will vary according to the city, orientation, surroundings, existence of sun protection elements or not. Therefore, computer simulations are recommended for an accurate assessment.



Did you know?

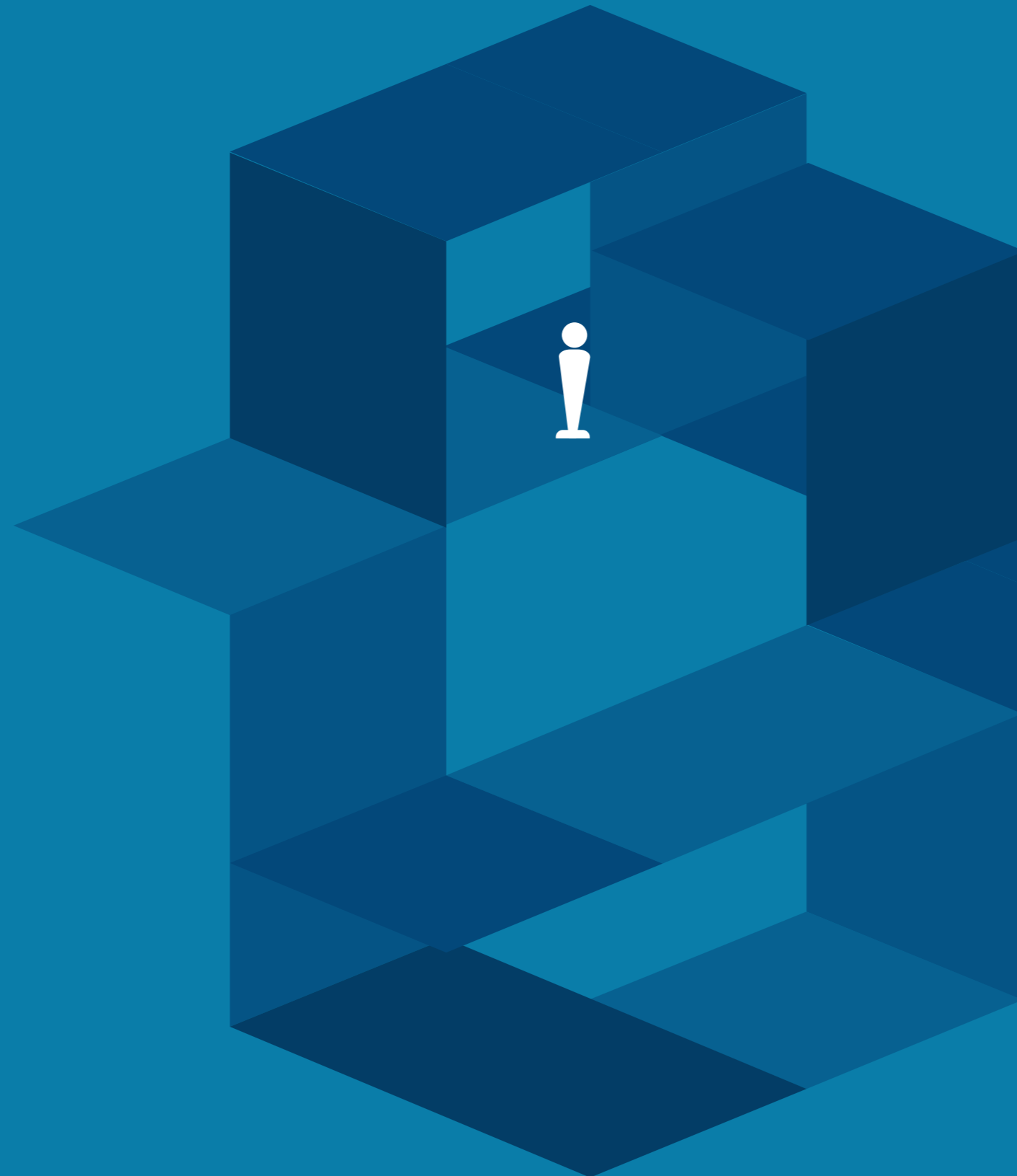
Windows with sill below the work plane (around 0.7) have little contribution to brightening the environment (in depth). Floor-to-floor windows ensure plenty of light where it's already well lit.

Você sabia?

Janelas com peitoril abaixo do plano de trabalho (em torno de 0.7) tem pouca contribuição para iluminar bem o ambiente (em profundidade). Janelas até o piso garantem muita luz onde já é bem iluminado.

03

VENTILAÇÃO
NATURAL
NATURAL VENTILATION



17. A configuração de aberturas para otimizar a ventilação natural

Gustavo de Luna Sales

18. Vegetação + Ventilação = Qualidade do Ar

Gustavo de Luna Sales

19. Os átrios e a ventilação natural em edifícios altos

Erica Mitie Umakoshi Kuniochi

20. A porosidade das portas internas para promover ventilação

Isabela Passos

21. Ventilação natural por tubos de ventos sob a edificação

Rejane Martins Viegas

22. Ruas bem ventiladas

Juliana Oliveira Batista

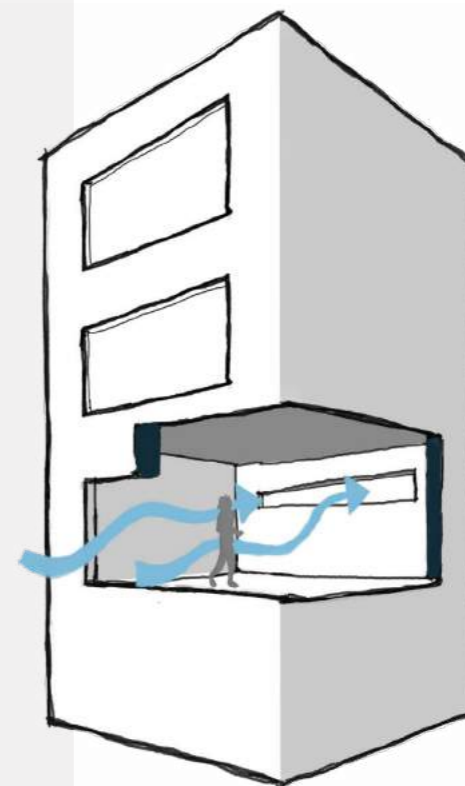
17

The configuration of openings to optimize natural ventilation

A configuração de aberturas para otimizar a ventilação natural

Para as regiões quentes e úmidas, durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico, o arquiteto deve priorizar a captação da ventilação natural por meio de aberturas baixas ou médias – especificando aberturas altas para a saída da ventilação. Assim, os ambientes receberão a ventilação mais fresca na altura do usuário, sendo o ar mais aquecido retirado pelas aberturas mais altas.

In hot and humid regions, during the development of the architectural design, architects should prioritize capturing natural ventilation by means of low or medium openings – specifically incorporating higher openings as ventilation exits. Thus, rooms will receive the coolest ventilation at the height of the users, with warmer air being removed through the higher openings.



Did you know?

Higher openings, aimed at removing hot air, can be incorporated into the roof or facing internal patios.

Você sabia?

As aberturas mais altas, visando a retirada do ar quente, podem ser incorporadas na cobertura ou voltadas para pátios internos.

18

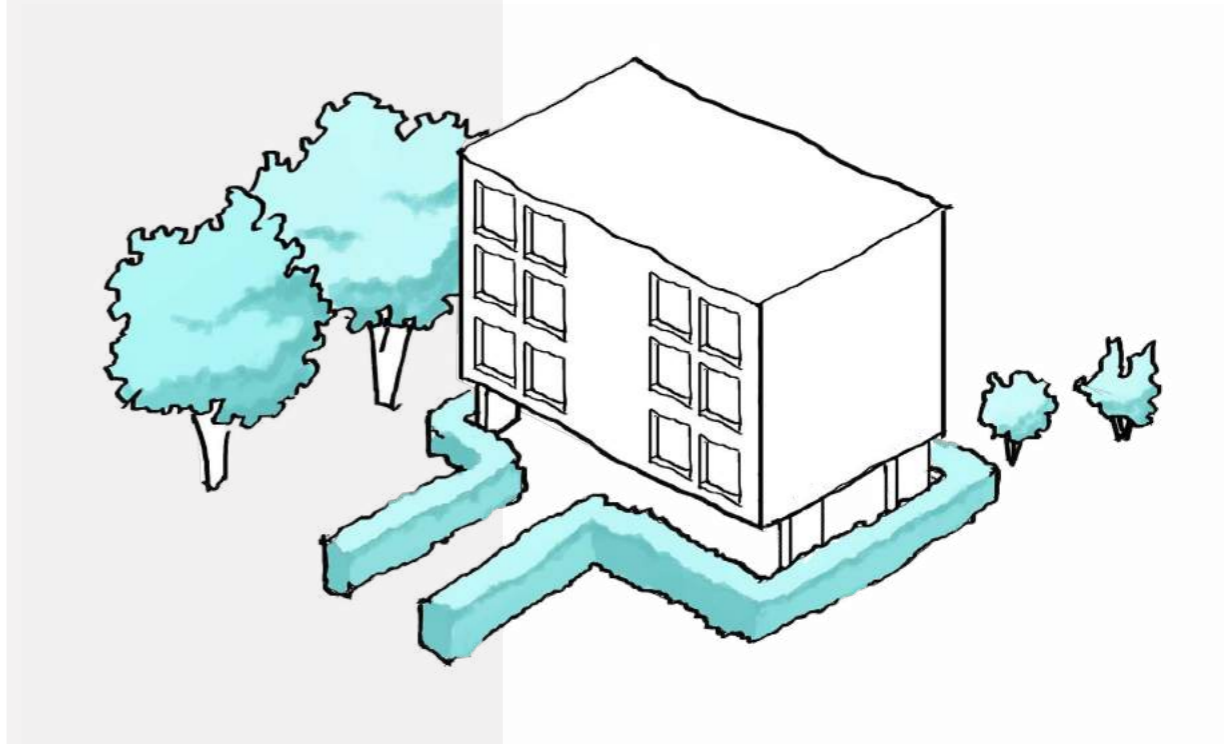
Vegetation + Ventilation = Air Quality Vegetação + Ventilação = Qualidade do Ar

A utilização de massas verdes mais densas próximas às edificações beneficiam a filtragem, umidificação e resfriamento da ventilação natural. Assim, pensar o paisagismo como elemento potencializador da ventilação pode ser uma excelente estratégia em termos de qualidade do ar e conforto ambiental.

Considerando que a qualidade do ar que entra em nossas edificações está relacionada com a quantidade de matéria particulada presente no ar, a combinação de uma vegetação adequada com correto aproveitamento da ventilação natural proporcionará a filtragem e a diluição de alguns particulados – melhorando a qualidade do ar no interior dos ambientes.

The use of dense green masses close to buildings benefits the filtration, humidification and cooling of natural ventilation. Thus, considering landscaping as an element that enhances ventilation may be an excellent strategy in terms of air quality and environmental comfort.

Considering that the quality of the air that enters our buildings is related to the amount of particulate matter present in the air, the combination of an adequate vegetation with correct use of natural ventilation will provide filtration and dilution of some particulates – improving the air quality inside the environments.



Did you know?

Living fences, when well designed, can also act as air filtration elements.

Você sabia?

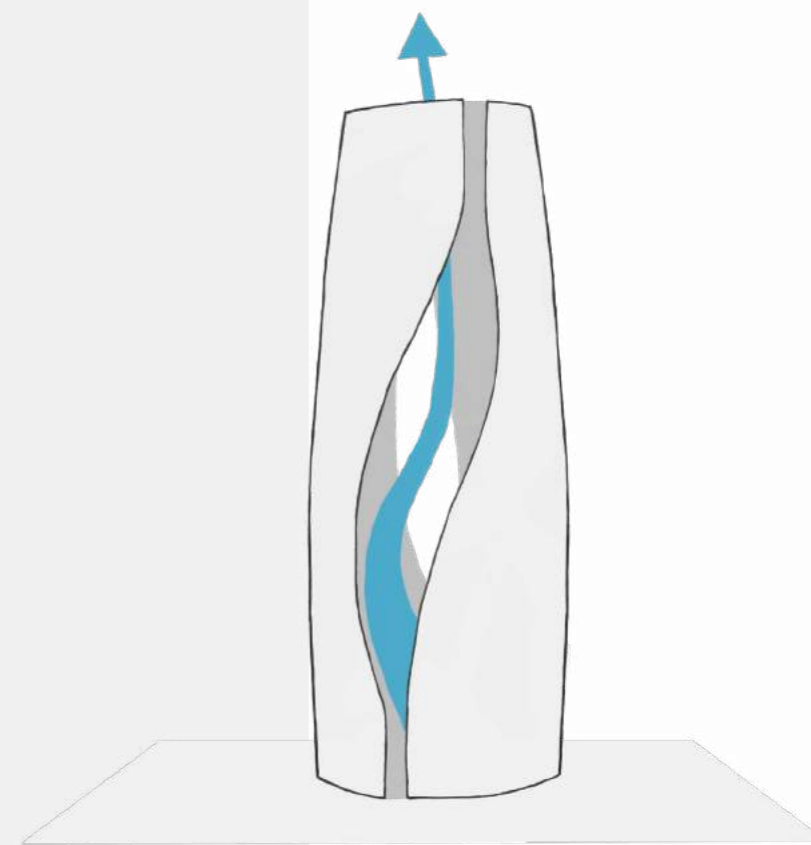
Cercas vivas, quando bem projetadas, também podem atuar como elementos de filtragem do ar.

19

The atrium and the natural ventilation in tall buildings Os átrios e a ventilação natural em edifícios altos

Os átrios são elementos arquitetônicos que foram muito utilizados em edifícios altos no Brasil na primeira metade do século 20. Aliados a outras estratégias arquitetônicas, tinham o objetivo de possibilitar a iluminação e a ventilação natural dos ambientes internos. Contudo, como se sabe, essas edificações, com o tempo, foram se fechando e se valendo, cada vez mais, dos aparelhos de ar-condicionado como estratégia de arrefecimento. Hoje, no entanto, o cenário mundial concentra o seu olhar na redução do consumo energético por essas edificações de grande porte, colocando sob holofote, novamente, a discussão do papel da ventilação natural como principal estratégia de arrefecimento. Estudos recentes mostram que, mesmo em cidades com alto nível de ruído urbano, como é o caso de São Paulo, é possível se utilizar da ventilação natural por meio de átrios, o que ocorre através do efeito chaminé, que possibilita a ventilação dos espaços internos sem a necessidade de abrir as janelas na fachada externa. Além disso, o átrio pode favorecer a ventilação cruzada em planta mais profundas, típicas dos edifícios corporativos. Porém, vale registrar que as grandes alturas demandam avaliação em simulações computacionais ou em túnel de vento, de forma a possibilitar a análise da velocidade do ar sob o efeito chaminé em tais aberturas. Nesse caso, verificada velocidade acima dos níveis aceitáveis, deve haver o controle e a divisão do átrio central em vilas.

The atriums were widely used in tall buildings in the first half of the 20th century in Brazil. Allied to other architectural strategies, they were intended to provide daylighting and natural ventilation. However, as is known, these buildings, over time, were closing and increasing the use of the air conditioning as a cooling strategy. However, the current world scenario focuses on reducing energy consumption by these type of buildings, bringing back the discussion of the natural ventilation as the main cooling strategy. Recent studies show that, even in cities with a high level of urban noise, such as São Paulo, it is possible to use natural ventilation through atriums, using the steady stack ventilation, which improve ventilation of the internal spaces without opening the windows on the external facade. In addition, the atrium can favor cross-ventilation in deeper floor plans, typical of corporate buildings. In the meantime, it is worth to say that the computer simulations or wind tunnels analysis are needed, in order to enable the analysis of air velocity under the steady stack effect in the atrium. In this case, if the velocity is higher than the acceptable levels, the air movement must be controlled and the partition of the central atrium should be verified.



Did you know?

Depending on the height of the building, the stack effect can be so intense that it can cause turbulence on the low levels. The stack effect inside the atrium depends on the lower and higher aperture, the difference of the temperatures and distance between them.

Você sabia?

Que dependendo da altura do edifício e da diferença de temperatura o efeito chaminé no átrio pode ser tão intenso que pode causar turbulência nos andares mais baixos. O efeito chaminé no átrio depende da abertura inferior mais próxima ao térreo, da abertura superior e da diferença de altura e temperatura entre elas.

20

Ventilated internal doors to promote ventilation

A porosidade das portas internas para promover ventilação

A ventilação natural é um dos principais fenômenos que afetam a sensação de conforto térmico em regiões de clima tropical. Entretanto, a eficiência no emprego dessa estratégia depende, entre outros fatores, da configuração das aberturas externas e internas da edificação, incluindo janelas e portas.

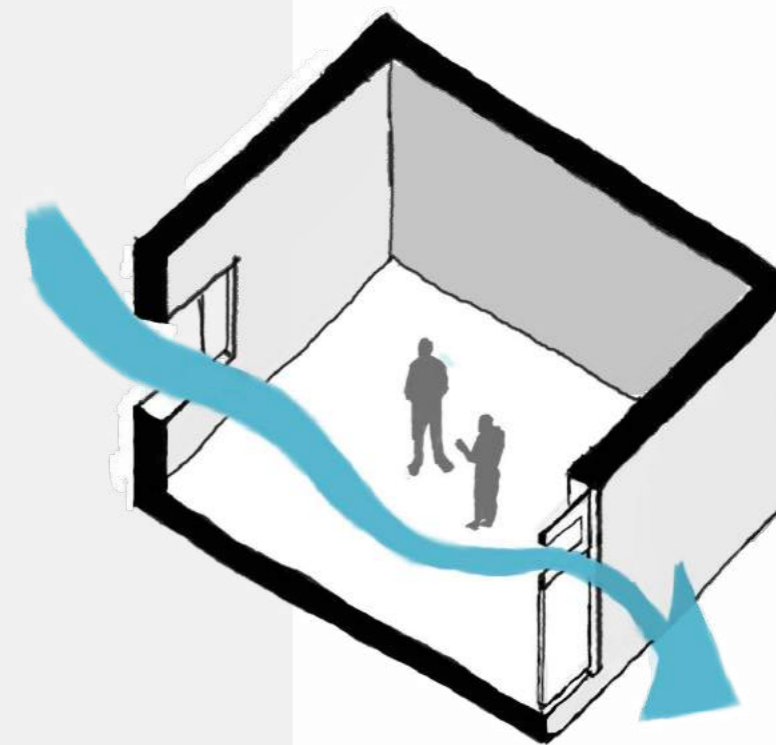
Em muitos casos, em ambientes com apenas uma janela que funciona como abertura de entrada, as portas assumem papel fundamental, pois funcionam como aberturas de saída. Tornar as portas dos ambientes internos porosas, possibilita a ventilação cruzada no ambiente mesmo quando estas estiverem fechadas. Apesar disso, este é um aspecto ausente das atuais normas vigentes no Brasil e muitas vezes desconsiderado por projetistas.

Recomenda-se, portanto, para climas tropicais, como no caso da maioria das cidades brasileiras, o uso de elementos como venezianas, bandeiras e seteiras que possibilitem a passagem do ar mesmo quando as portas estiverem fechadas, favorecendo assim, a ventilação cruzada nos ambientes internos.

Natural ventilation is one of the main phenomena that affect the sensation of thermal comfort in tropical climate regions. However, the efficiency of using this strategy depends, among other factors, on the configuration of the external and internal openings of the building, including windows and doors.

In many cases, in environments with only one window that functions as an entrance opening, doors play a fundamental role, since they function as exit openings. Providing doors of indoor environments with open ventilation elements, enables cross ventilation in the environment even when they are closed. However, this aspect is missing from the regulations currently in force in Brazil, and is often overlooked by designers.

It is recommended, therefore, that in tropical climates, as is the case of most Brazilian cities, elements such as louvers, above-door vents and slits should be used, which allow the passage of air even when the doors are closed, thus favoring cross ventilation in the internal environments.



Did you know?

There are also other aspects in relation to the configuration of the openings that should be considered, such as: the relationship between area of entrance openings and area of exit openings in a housing unit and the size of the openings, location, existence of capturing elements, among others.

Você sabia?

Existem ainda outros aspectos em relação à configuração das aberturas que devem ser considerados, tais como: a relação entre área de aberturas de entrada e área de aberturas de saída em uma unidade habitacional e o próprio dimensionamento das aberturas, localização, existência de elementos captadores, dentre outros.

21

Natural ventilation with underground wind pipes beneath the building Ventilação natural por tubos de ventos sob a edificação

Em climas tropicais, o calor abundante predomina na maior parte do ano, nas estações de primavera e verão, em que os meses são mais quentes, principalmente durante o dia. Nesse clima, os ambientes necessitam de mais ventilação para promover resfriamento do ar e, assim, diminuir o desconforto causado pelas altas temperaturas (VIEGAS, 2021).

Para que o desconforto por calor produzido pelas altas temperaturas, possa ser amenizado, uma estratégia bioclimática eficiente deve ser empregada. Não há dúvidas de que a correta ventilação seja um dos melhores métodos a se aplicar, pois ela promove a circulação do ar: o ar quente sobe por ser mais leve que o ar frio. Portanto, devemos atentar para forros e/ou coberturas que permitam ao ar quente subir e sair, para, assim, garantir mais conforto térmico nos ambientes. Não haverá renovação de ar se não forem construídas saídas para o ar quente: aberturas nas partes mais altas da cobertura (MONTENEGRO, 2019). Na dica, o ar passa pela vegetação, entra nos dutos em meio à terra, se resfria mais e é distribuído no ambiente, o que faz que o ar quente que é empurrado para cima saia da edificação.

Referências

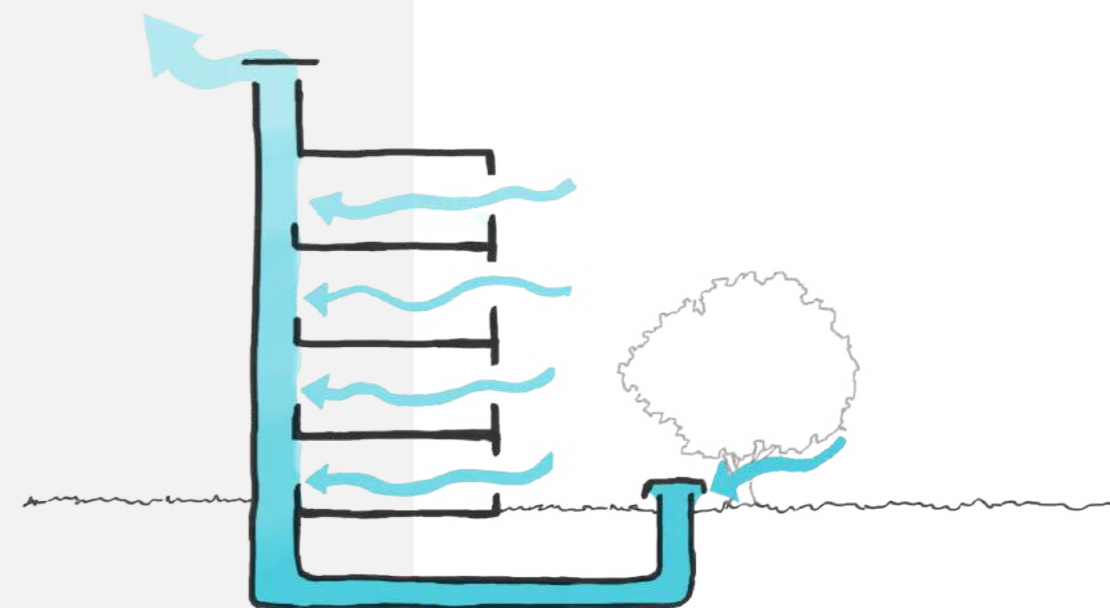
VIEGAS, R. M. Conforto térmico e qualidade do ar em salas de aula: método de avaliação sob diferentes modos de ventilação em clima tropical de altitude. Relatório Técnico. SiCAC. Universidade de Brasília, Brasília, p.27, abril, 2021.

MONTENEGRO, G. Ventilação e Coberturas: a arquitetura tropical na prática. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2019.

FRANÇA, S. R. P. Simulação visando a ventilação de residências através de tubos enterrados. Monografia. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

In tropical climates, there is an abundance of heat that prevails for most of the year, although the spring and summer seasons naturally have the hottest months, especially during the day. In this climate, environments need more ventilation to promote air cooling in order to reduce the discomfort caused by high temperatures (VIEGAS, 2021).

In order to alleviate the discomfort caused by heat produced by the high temperatures, an efficient bioclimatic strategy must be employed. There is no doubt that proper ventilation is one of the best methods for this since it promotes air circulation, in which warm air rises because it is lighter than cold air. However, attention must be given to ceilings and/or roofs, so that they allow hot air to rise and exit, so as to guarantee more thermal comfort within the internal environments. There can be no renewal of air if hot air outlets have not been built: openings in the highest parts of the roof (MONTENEGRO, 2019). In this tip, air passes through the vegetation, enters the ducts in the middle of the earth, becomes cooler and is distributed into the environment, pushing up the hot air, thereby causing it to rise and exit the building (MONTENEGRO, 2019).



Did you know?

It is possible to analyze by computer simulation in EnergyPlus whether the ventilation of ducts with earth tubes alters the internal temperature of the environments. France (2011) conducted a simulation in residences where it shows that the combination of direct ventilation with the earth tubes system was efficient when its application was directed to the cooling of the residence.

Você sabia?

É possível analisar através da simulação computacional no programa EnergyPlus, se a ventilação de dutos com tubos enterrados altera a temperatura interna dos ambientes. França (2011) realizou uma simulação em residências onde mostra que, a combinação da ventilação direta com o sistema de tubos enterrados teve eficiência quando sua aplicação foi direcionada para o resfriamento da residência.

22 Streets better ventilated Ruas bem ventiladas

O vento é um elemento climático muito importante para o conforto térmico em climas quentes e úmidos. No entanto, seu comportamento varia muito e não basta conhecer a direção predominante do vento observada a partir de dados meteorológicos. Também é importante identificar as características de rugosidade do terreno.

No ambiente urbano, os edifícios atuam como obstáculos ao fluxo do vento. Imagine o vento incidindo perpendicularmente na fachada maior de um edifício retangular. Nesta fachada, à barlavento, o fluxo de ar separa-se nos cantos e sobre a cobertura, criando correntes ascendentes, descendentes e redemoinhos. Na fachada posterior, à sotavento do edifício, é criada uma zona de recirculação do ar, com velocidade reduzida, denominada zona de sombra de vento. Simulações computacionais de arranjos urbanos com diferentes alturas e recuos entre edificações, realizadas para cenários hipotéticos na cidade de Maceió, indicaram reduções na velocidade do ar de até 9 vezes na zona de sombra do vento quando comparadas aos resultados obtidos nos modelos com maiores recuos (LIMA; BITTENCOURT, 2017).

O tamanho da zona de sombra do vento depende da combinação de altura, largura e profundidade do edifício. Para poder utilizar o vento como estratégia de resfriamento, seja para garantir o conforto dos pedestres na rua ou para ventilar os edifícios, recomenda-se a criação

Referência

LIMA, Rafaella Germano de; BITTENCOURT, Leonardo Salazar. A influência de diferentes arranjos construtivos no comportamento da ventilação natural. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), 2017, v. 9 (Supl. 1), 425-441. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/Urbe/article/view/22229>. Acesso em: 16 jul. 2022.

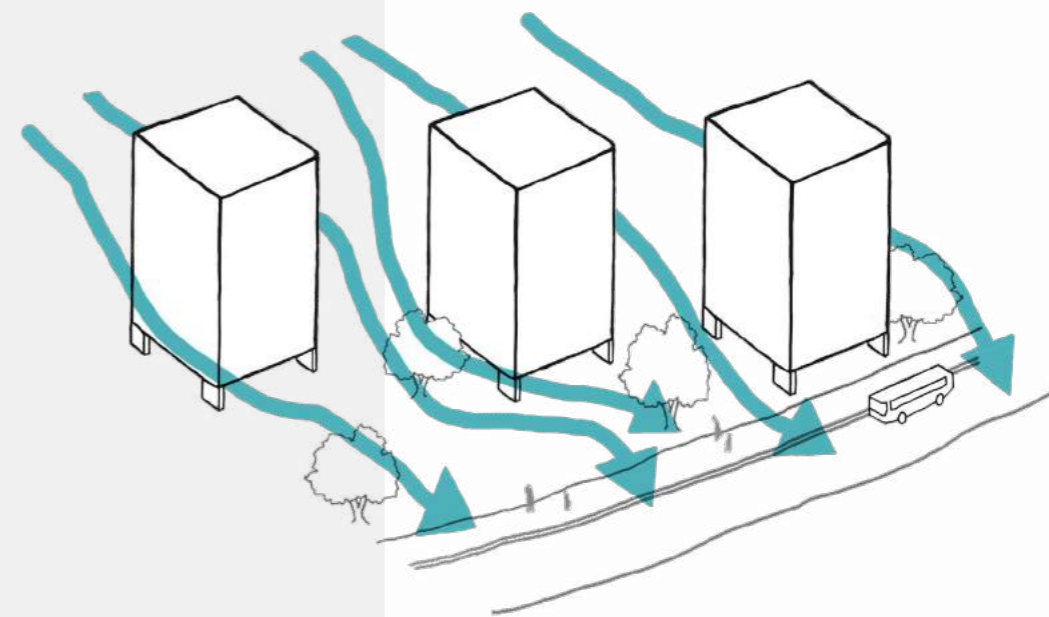
Wind is a very important climatic element for thermal comfort in hot and humid climates. However, its behavior varies a lot and it is not enough to know the predominant wind direction observed from meteorological data. It is also important to identify the roughness characteristics of the terrain.

In the urban environment, buildings act as obstacles to the flow of wind. Imagine the wind hitting perpendicularly the larger facade of a rectangular building. In windward side, the airflow separates at the corners and over the roof, creating updrafts, downdrafts and swirling eddies. In the leeward of the building, a recirculation zone is created, with reduced wind speed, called wind shadow zone. Computer simulations of urban arrangements with different heights and setbacks between buildings, carried out for hypothetical scenarios in the city of Maceió, indicated reductions in air speed of up to 9 times in the wind shadow zone when compared to the results obtained by larger retreats models (LIMA ; BITTENCOURT, 2017).

The size of the wind shadow zone depends on the combination of height, width and depth of the building. In order to be able to use the wind as a cooling strategy, either to ensure the comfort of pedestrians on the street or to ventilate buildings, it is recommended that passages be created for the airflow, using

larger setbacks and open ground floors with pilotis. In other words, when urban design and building design strategies are combined, there is a greater chance of achieving more efficient ventilation and more pleasant microclimates in tropical cities!

de passagens para o fluxo de ar, utilizando recuos maiores e pavimentos térreos com pilotis. Em outras palavras, quando se combinam as estratégias de desenho urbano e desenho de edifícios, há maior chance de se obter uma ventilação mais eficiente e microclimas mais agradáveis nas cidades tropicais!



Did you know?

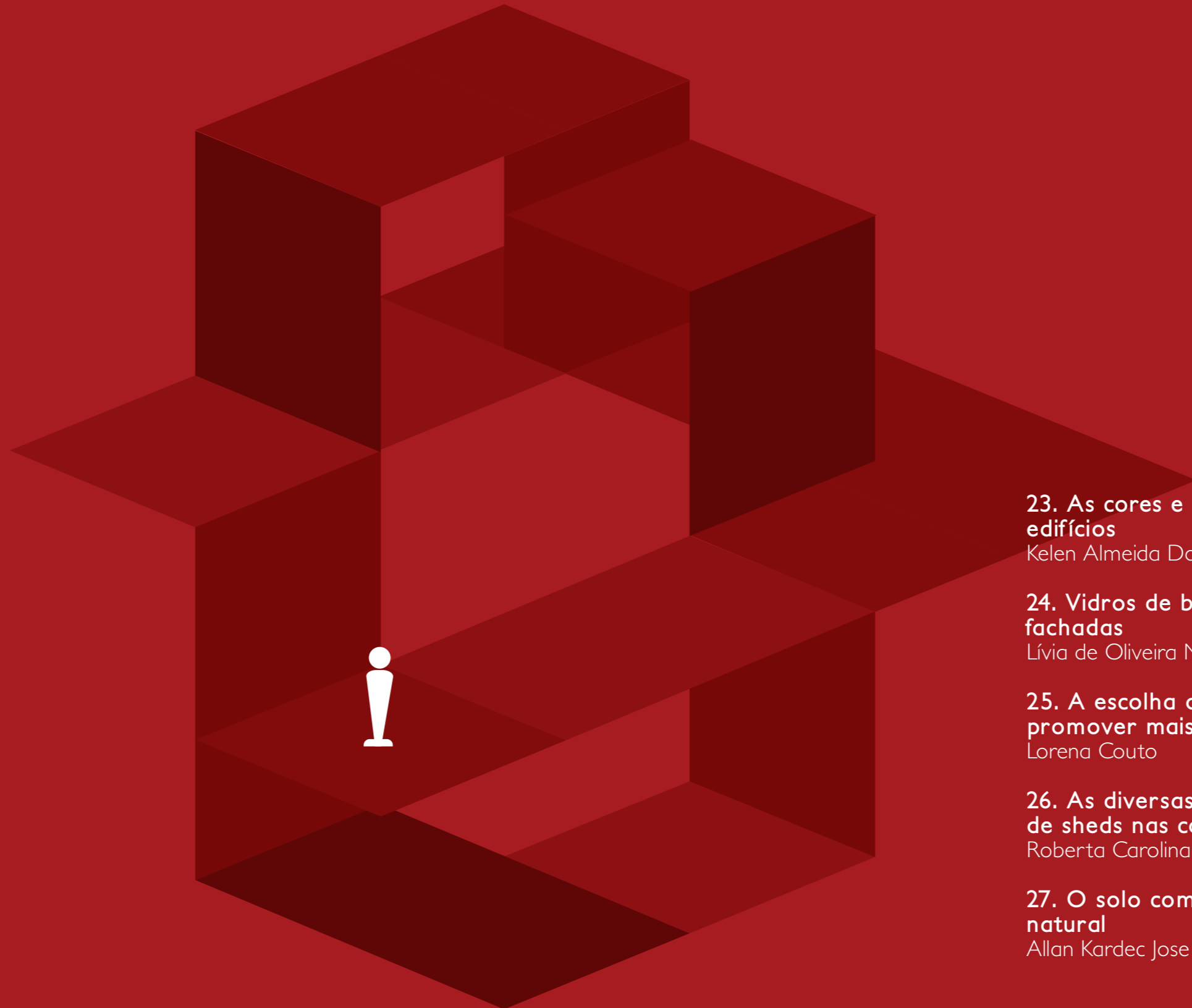
What does terrain roughness means? Terrain roughness is related to existing surface obstacles: the greater the variation in constructions dimensions and its spatial arrangements, the greater is the terrain roughness and, consequently, the friction effects caused to the wind. The urban centers present the most terrain roughness, because its high built density.

Você sabia?

O que significa rugosidade do solo? Está relacionada com a existência de obstáculos na superfície: quanto maior a variação nas dimensões das construções e seus arranjos espaciais, maior a rugosidade do solo e, conseqüentemente, os efeitos de fricção sofridos pelo vento. Os centros urbanos são as superfícies que apresentam a maior rugosidade do solo, devido a sua elevada densidade construtiva.

04

TÉRMICO
THERMAL



23. As cores e o conforto térmico em edifícios

Kelen Almeida Dornelles

24. Vidros de baixa refletância em fachadas

Lívia de Oliveira Martins

25. A escolha da cobertura para promover mais conforto térmico

Lorena Couto

26. As diversas funcionalidades do uso de sheds nas coberturas

Roberta Carolina Assunção Faria

27. O solo como condicionador térmico natural

Allan Kardec Jose Araujo Prado

23 Colors and thermal comfort in buildings

As cores e o conforto térmico em edifícios

Você sabia que as cores dos revestimentos externos de paredes e coberturas influenciam as temperaturas superficiais dos edifícios? Isso porque os revestimentos expostos ao Sol absorvem uma parcela da radiação solar que atinge o envelope construtivo, e essa capacidade de maior ou menor absorção está diretamente relacionada com a propriedade chamada Absortância Solar. De maneira geral, as cores claras absorvem menos calor solar, e as cores escuras absorvem mais. Uma tinta de cor branca, por exemplo, possui absortância entre 0,12 e 0,20, e o branco gelo de 0,50; o amarelo claro tem absortância aproximada de 0,37, o azul escuro, 0,75, e o preto de até 0,98 (DORNELLES, 2008). Esses valores irão impactar diretamente a temperatura superficial de paredes e coberturas e, por consequência, o calor transmitido ao interior dos edifícios dependerá dessa propriedade.

No entanto, pesquisas já comprovaram que apenas a cor não é um indicador preciso da absortância solar. As características dos revestimentos, que incluem a composição química, rugosidade superficial, substrato ao qual o revestimento foi aplicado e ondulação, também irão influenciar no valor final da absortância solar. Portanto, para saber qual a absortância de um revestimento de forma precisa, é fundamental realizar a medição segundo

Referências

ABNT. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

DORNELLES, K. A. Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. 2008. Tese (Doutorado), UNICAMP, Campinas, 2008.

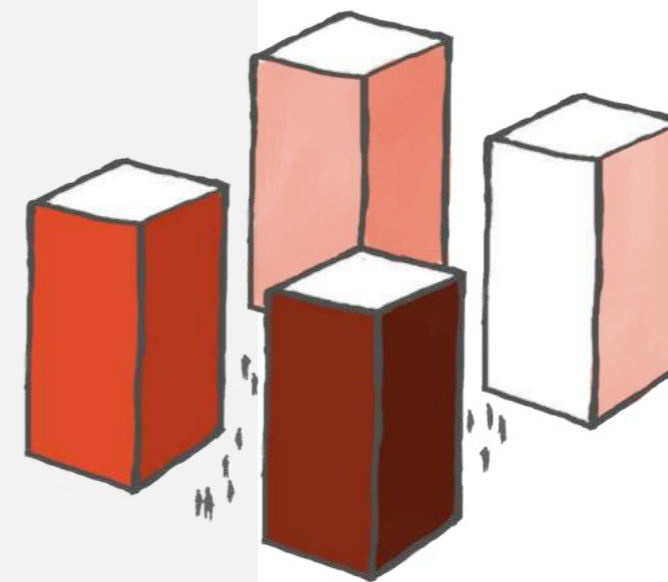
DORNELLES, K. A. Biblioteca de absortância de telhas: base de dados para análise de desempenho termoenergético de edifícios. São Carlos: IAU/USP, 2021.

Did you know that the colors of the coatings on the external walls and roofs have an influence over the surface temperatures of buildings? This is because the coatings exposed to the sun absorb a certain portion of solar radiation, which then reaches the building envelope, and this capacity for a greater or lesser absorptance is directly related to this property, and is called Solar Absorptance. In general, light colors absorb less and dark colors absorb more solar heat. White paint, for example, has an absorptance of between 0.12 and 0.20, and ice white is 0.50; light yellow has an approximate absorptance of 0.37, dark blue 0.75 and black up to 0.98 (DORNELLES, 2008). These levels will directly impact the surface temperature of walls and roofs and, consequently, the heat transmitted to the interior of buildings will depend on this particular property.

However, research has already proven that color alone is not an accurate indicator of solar absorptance. The characteristics of the coatings, including the chemical composition, surface roughness, the substrate to which it was applied and ripples, will also influence the final level of solar absorptance. Therefore, in order to accurately discover the absorptance of a coating, it is essential to carry out the measurement according to normative procedures. For reference levels of solar absorptance of

different paints and coatings, it is possible to consult standards or libraries with solar absorptance databases for certain materials, such as NBR 15220 (ABNT, 2005), the work of Dornelles (2008) or the *Biblioteca de Absortância de Telhas* [Library of Tile Absorptance] (DORNELLES, 2021).

procedimentos normativos. Para valores de referência de absortância solar de diferentes tintas e revestimentos, é possível consultar normas ou bibliotecas com bases de dados de absortância solar para alguns materiais, como a NBR 15220 (ABNT, 2005), o trabalho de Dornelles (2008) ou a Biblioteca de Absortância de Telhas (DORNELLES, 2021).



Did you know?

Black walls (0,98), in a hot day ($T_{air}=35^{\circ}\text{C}$), can reach 85°C when exposed to the sun. If painted with white color (0,15), its surface temperature reduces to approximately 40°C . Therefore, as higher is the paint solar absorptance, higher is the wall surface temperature, and the solar heat gain of the building envelope.

Você sabia?

Uma parede de cor preta (0,98), em um dia quente ($T_{ar}=35^{\circ}\text{C}$), pode atingir 85°C quando exposta ao sol. Se for pintada de branca (0,15), sua temperatura reduz para aproximadamente 40°C . Portanto, quanto maior a absortância solar de uma tinta, maior a temperatura superficial da parede e maior o ganho térmico pelo envelope construtivo.

24

Low-reflectance glass on facades Vidros de baixa refletância em fachadas

A envoltória é a parte do edifício que mais interage com o clima. Representa o elemento de ligação entre duas escalas, concomitantemente: a do edifício e a da cidade. Tal perspectiva responsabiliza tecnicamente o arquiteto e urbanista pela intervenção de sua obra no meio, ou seja, a fachada de um projeto arquitetônico deve beneficiar a edificação sem prejudicar o seu entorno urbano.

É comum analisar o desempenho apenas no interior de um edifício ou somente no exterior, porém é necessário um olhar macro da sinergia entre as duas escalas nos climas tropicais devido à grande disponibilidade de radiação solar. Fala-se muito em vidros de alto desempenho para edifícios que em sua maioria devolve inesperadamente a radiação ao meio urbano por reflexão ou reirradiação térmica e luminosa.

As superfícies refletivas devem considerar a geometria da fachada (concentra ou espalha os raios), os tipos de céu (radiação direta e/ou difusa), o entorno e a latitude. Dessa forma, o comportamento da geometria solar pode ser avaliado por diversos métodos.

Após análise, podem ser projetadas as proteções solares da fachada por meio de uma combinação de estratégias como: brises, cobogós, prateleira de luz, telas perfuradas, serigrafia, películas, tecidos tensionados, fachadas vegetadas, platibandas, varandas, recuos ou avanços de pavimentos, elementos estruturais, volumetria paramétrica, ou até mesmo placas fotovoltaicas e elementos dinâmicos, cinéticos e interativos.

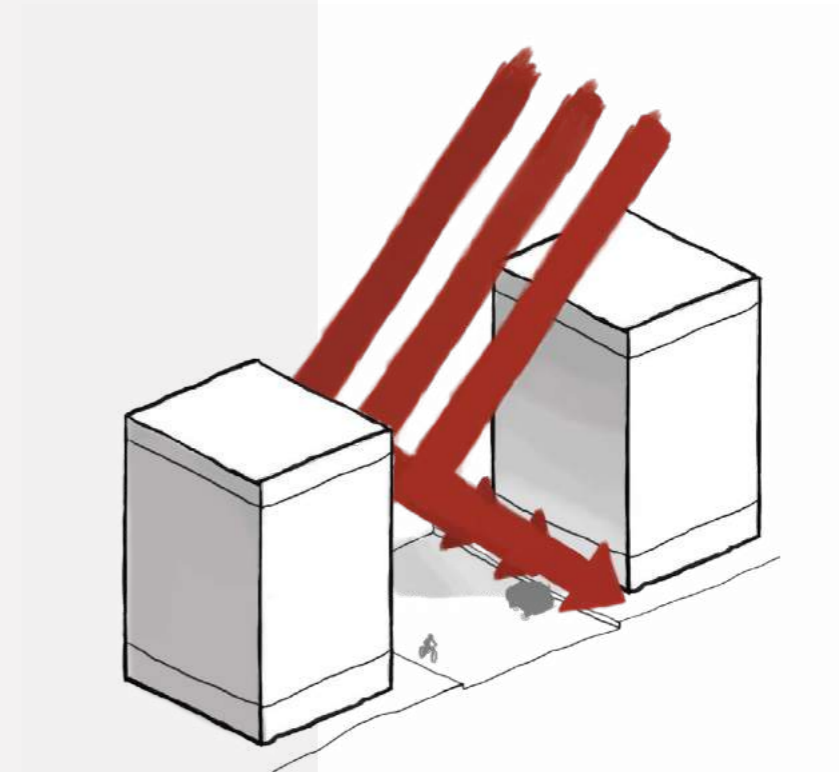
The envelope is the part of the building that most interacts with the climate. It represents the linking element between two scales: that of the building and concomitantly, that of the city. This perspective makes architects and urban planners technically responsible for the intervention of their work into the environment, i.e., the facade of an architectural project should benefit the building but without causing minimum harm to its urban surroundings.

It is common to analyze performance either only inside a building or only outside, however, it is necessary to take a macro look at the synergy between the two scales in tropical climates due to the vast availability of solar radiation. Much has been spoken of high-performance glass for buildings most of which surprisingly returns radiation to the urban environment by reflection or thermal and luminous re-radiation.

Reflective surfaces must consider the geometry of the facade (to concentrate or spread the rays), the types of sky (direct and/or diffuse radiation), the surroundings and the latitude. Thus, the behavior of solar geometry may be assessed through several methods.

After analysis, the solar protections of the facade may be projected through just one or a combination of strategies, such as: *brise-soleil*, *cobogós*, light shelf, perforated screens, serigraphy, fil-

ms, tensioned fabrics, vegetated facades, platbands, balconies, setbacks or advances of floors, structural elements, parametric volumetry, even photovoltaic panels, dynamic, kinetic and interactive elements.



Did you know?

In urban environments of low latitudes, it is important to protect solar altitude above 50°, that is, at the time between 8h45min and 15h15min, in which the light reflects with increasing intensity up to ten times greater than the reflectance specified in the product (perpendicular to the surface).

Você sabia?

Em ambientes urbanos de baixas latitudes é importante a proteção de altitude solar acima de 50°, ou seja, no horário entre 8h45min e 15h15min, no qual a luz reflete com intensidade crescente até dez vezes maior que a refletância especificada no produto (perpendicular à superfície).

25

Selecting the roof covering to promote greater thermal comfort

A escolha da cobertura para promover mais conforto térmico

Quando você está projetando, como escolhe o tipo de cobertura que irá empregar no seu projeto? Pelo fator estético? Pelo aspecto financeiro? Pelo que é mais comum? E o conforto térmico?

Ao se pensar em melhorar o conforto térmico nos ambientes internos, deve-se lembrar que a cobertura da edificação recebe radiação direta durante todas as horas do dia, no ano inteiro. Portanto, é preciso dar mais atenção a essa parte da envoltória das edificações.

É importante conhecer, da radiação incidente sobre as coberturas, o quanto será absorvido por elas, refletindo no calor absorvido pelos revestimentos, e consequentemente no calor transmitido para o interior das edificações. Essa propriedade das superfícies se chama absorptância solar e, para alguns modelos de telhas cerâmicas, de concreto e de fibrocimento, por exemplo, esse valor foi medido em diversas pesquisas e publicado por Dornelles (2021) para consulta.

De uma forma geral, pode-se dizer que telhas cerâmicas naturais e resinadas e telhas de fibrocimento naturais possuem absorptâncias de aproximadamente 0,50. As cerâmicas esmaltadas brancas e as de fibrocimento com acabamento refletivo chegam a ter absorptâncias menores ou iguais a 0,20; já para aquelas com maior variação de

When designing your project, what are the most important factors that help you to choose the right type of roof covering? The aesthetic factor? The financial aspect? The most commonly used? What about thermal comfort?

When thinking about improving thermal comfort in indoor environments, we need to remember that the roof of the building receives direct radiation during all hours of the day, throughout the entire year. Therefore, we need to pay more attention to this part of the building envelope.

It is important to know from the radiation incidence on the coverings, how much they will absorb, reflecting in the heat absorbed by the coverings, and consequently in the heat transmitted to the interior of the building. This property of the surfaces is called solar absorptance and, for some models of ceramic, concrete and fiber-cement tiles, for example, the levels have been measured in several studies and published by Dornelles (2021) for consultation.

In general terms, it may be stated that the absorptance of natural and resin ceramic tiles and natural fiber cement tiles is approximately 0.50. White enamel ceramics and fiber cement with a reflective finish have absorptance levels of even less than or equal to 0.20; for those with greater color variation, it is important to know the measured data.

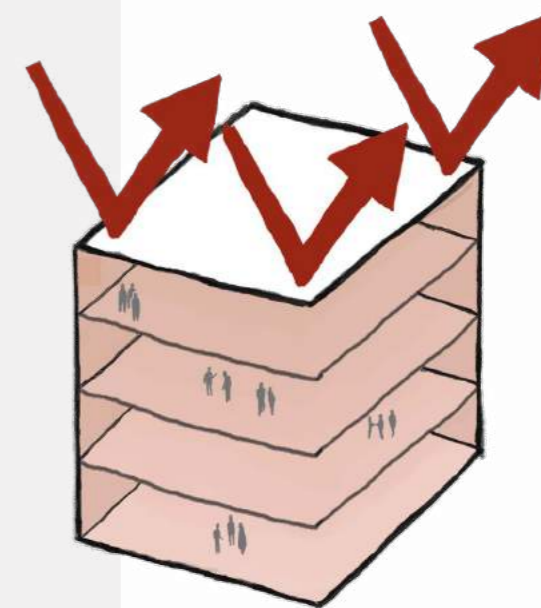
Variations in the solar absorptance of a roof directly influence its surface temperatures. Couto (2019) observed that when absorptance increases by up to 20%, there is an increase in temperature of 5°C. When the increase is between 20 and 30% of the solar absorptance value, the increase in surface temperature is up to 10°C.

Together, let's improve our buildings beginning with the roof?

cores, é importante conhecer os dados medidos.

Variações na absorptância solar da cobertura influenciam diretamente suas temperaturas superficiais. Couto (2019) observou que, ao aumentar a absorptância em até 20%, há um aumento da temperatura de 5 °C. Quando o aumento está entre 20 e 30% do valor de absorptância solar, o aumento da temperatura superficial é de até 10 °C.

Vamos juntos melhorar nossas edificações desde a cobertura?



Did you know?

The materials that have high emissivity and low solar absorptance, known as cool materials, reach lower surface temperatures, and mostly have light colors. But there are already materials with alterations in their composition and the addition of particles that reduce solar absorptance, even while maintaining darker colors.

Você sabia?

Os materiais que possuem alta emissividade e baixa absorptância solar, conhecidos como *cool materials* (ou materiais frios), atingem menores temperaturas superficiais, e em sua maioria apresentam cores claras. Atualmente, existem materiais com alterações em sua composição e adição de partículas que diminuem a absorptância solar, mesmo mantendo cores mais escuras.

Referências

COUTO, L. S. B. ALTA II: uma alternativa aos métodos de medição de refletância solar para telhas cerâmicas e de fibrocimento. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.102.2020.tde-12032020-143525>

DORNELLES, K. A. Biblioteca de absorptância de telhas: base de dados para análise de desempenho termoenergético de edifícios. São Carlos: IAU/USP, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/9786586810103>

26

The various features of using “sheds” on roofs

As diversas funcionalidades do uso de *sheds* nas coberturas

A cobertura de um edifício é a área que recebe maior radiação solar numa edificação, o que a torna uma parte muito importante para aplicar estratégias passivas que garantam um maior conforto ao usuário, além de contribuir com a eficiência energética do edifício. A cobertura pode ser mais bem aproveitada a partir da definição de sua geometria, inclinação e materiais, quando associados ao estudo do percurso solar. Uma estratégia muito simples que consegue unir o conforto térmico, o luminoso e a produção de energia são os *sheds*. Esse dispositivo é muito utilizado em tipologias industriais, de maneira a melhorar a incidência de luz e troca natural de ar no espaço de trabalho.

Iluminação natural: Os *sheds* também são conhecidos como um tipo de iluminação zenital, ou seja, uma estratégia passiva que aproveita a iluminação vinda de cima, do céu. Considerando uma edificação alocada no hemisfério sul, pode-se pensar na utilização de *sheds* com material translúcido orientados para a fachada sul, de maneira a receber uma incidência de luz solar com baixa incidência de calor. Essa iluminação solar entrará na edificação e refletirá nas paredes internas oferecendo uma iluminação difusa ao usuário da edificação sem uma alta incidência de calor.

Ventilação natural: Já os *sheds* com materiais permeáveis permitem a troca de ar, contribuindo com a ventilação natural dos ambientes. Esses elementos, por estarem alocados nas coberturas dos edifícios, ou seja, na parte mais alta da construção, favorecem a circulação das correntes de ar, contribuindo, assim, com a renovação natural de ar por meio da troca de pressão entre o ar quente e o ar frio.

Geração de energia renovável: Outro aspecto a se aproveitar do uso dos *sheds* orientados para o sul (no he-

The roof of a building is the area that receives the most solar radiation, which makes it a very important part of applying passive strategies that ensure greater comfort for the users, in addition to contributing to the energy efficiency of the building. The roof may be put to better use by defining its geometry, inclination and materials, when associated with a study of the solar path. Clerestory - a series of small openings in the ceiling for light or wind - represent a very simple strategy, which manages to combine thermal comfort, light and energy production. This device is widely used for industrial buildings, in order to improve the incidence of light and natural air exchange in the workspace.

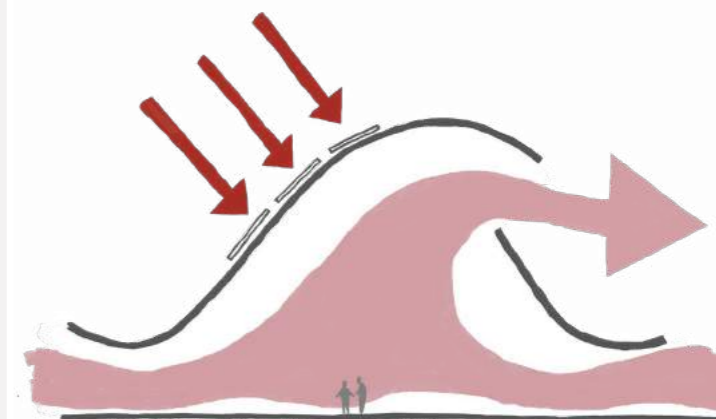
Daylight: Clerestory are also known as a type of zenital lighting, i.e., a passive strategy that takes advantage of light from above, from the sky. Considering a building located in the southern hemisphere, it is possible to consider the use of sheds with translucent material facing the south façade, in order to receive an incidence of sunlight with a low incidence of heat. This solar lighting will enter the building and reflect on the internal walls, thereby providing the users with diffused lighting without a high incidence of heat.

Natural ventilation: Clerestory with permeable materials enable an exchange of air, contributing to the natural

ventilation of the environments. These elements, since they are located on the roofs, i.e., in the highest part of the building, help air currents to circulate, thereby contributing to the natural renewal of air through the exchange of pressure between hot air and cold air.

Renewable energy generation: Another aspect of taking advantage of clerestory, facing south (in the southern hemisphere), is the free space that exists on the other side of the clerestory, i.e., facing north. This space may be used to allocate photovoltaic modules. The arrangement of photovoltaic modules facing north, associated with a slope adapted to the latitude of the project site, enables the equipment to be far more efficient in the production of renewable energy.

misfério sul) nas coberturas é o espaço livre, na direção oposta a dos *sheds*, ou seja, a norte, para alocar módulos fotovoltaicos. A disposição de módulos fotovoltaicos a norte, associados a uma inclinação adaptada à latitude do local do projeto, permite que os equipamentos tenham maior eficiência na produção de energia renovável.



Did you know?

Do you know João Filgueiras Lima (Lelé)? He is a carioca architect well known for the use of passive strategies in architecture and for the development of modular construction techniques. Lelé used clerestory in several important projects in his career, such as Sarah's hospitals network. In its architecture, used and abused the use of clerestory reconciling the aesthetics of these elements with their functionality and comfort, and over the years improved their construction techniques until running lighter and more efficient systems that revolutionized Brazilian architecture

Você sabia?

Você conhece João Filgueiras Lima (Lelé)? É um arquiteto carioca muito conhecido pelo uso estratégias passivas na arquitetura e pelo desenvolvimento de técnicas construtivas modulares. Lelé utilizou sheds em diversos projetos importantes em sua carreira, como exemplo os Hospitais da rede Sarah. Em sua arquitetura, usou e abusou do uso de sheds conciliando a estética desses elementos com sua funcionalidade e conforto, e ao longo dos anos aperfeiçoou suas técnicas construtivas até executar sistemas mais leves e eficientes que revolucionaram a arquitetura brasileira.

27

Soil as a natural thermal conditioner O solo como condicionador térmico natural

A utilização da inércia térmica em favor da manutenção do conforto térmico é uma das estratégias bioclimáticas mais difundidas e comentadas. De fato, a capacidade de armazenamento de calor de certos materiais pode reduzir significativamente os picos de temperatura interna, em razão do atraso térmico na condução do calor, proporcionado por fechamentos com inércia térmica elevada.

Tal estratégia é particularmente eficaz em localidades com grandes diferenças de temperatura entre o dia e a noite. Nessa condição, o calor vai sendo armazenado nos fechamentos durante o dia e lentamente liberado para o interior da edificação apenas à noite, quando a temperatura externa cai bruscamente. Por outro lado, ao se resfriarem durante a noite, tais fechamentos conservam-se em temperaturas mais baixas que o ar externo durante a maior parte do dia, o que contribui para o resfriamento do ambiente interno nas horas mais quentes.

Em geral, associa-se essa estratégia ao projeto e construção de coberturas e paredes externas com materiais de grande capacidade térmica e espessuras elevadas. No entanto, a utilização do próprio solo como elemento é de grande importância, especialmente em edificações térreas ou com poucos pavimentos, onde a área de contato com o solo é predominante. Por sua elevada capacidade térmica, o solo apresenta variações de temperatura significativamente inferiores em relação ao ar ambiente, mantendo-se mais aquecido nos períodos mais frios, e mais fresco nas horas mais quentes. Na prática projetual moderna, pode-se aproveitar muito bem esta estratégia na construção de habitações em terrenos com declive, com a realização de cortes no terreno e implantação de ambientes de forma semienterrada, em vez da costumeira terraplanagem total. Em terrenos planos, onde o custo

The use of thermal inertia to maintain thermal comfort is one of the most widespread and commented bioclimatic strategies. Indeed, the heat storage capacity of certain materials may significantly reduce peaks of internal temperature due to the thermal lag in heat conduction provided by enclosures with high thermal inertia.

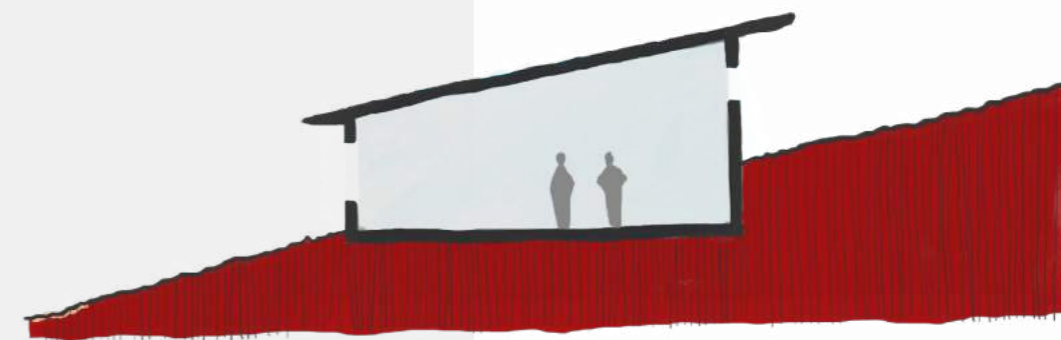
This strategy is particularly effective in locations that experience large temperature differences between day and night. Under these circumstances, heat is stored in the enclosures during the day, and slowly released into the building only at night, when the external temperature drops sharply. On the other hand, when cooling at night, such enclosures are kept at lower temperatures than the outside air during most of the day, thereby helping to cool the internal environment during the hottest hours.

This strategy is generally associated with the design and construction of roofs and external walls with extremely thick materials of great thermal capacity. However, the use of the soil itself as an element is also of great importance, especially in one-story buildings or buildings with few floors, where there is a predominant area of contact with the ground. Due to its high thermal capacity, soil has significantly lower temperature variations in relation to the am-

bient air, remaining warmer during the coldest periods and cooler during the hottest hours.

In modern design practice, this strategy may also be used very well by building houses on slopes, by cutting into the land and implementing semi-buried environments, instead of the usual total earthworks. On flat land, where the cost of excavating is an impediment to adopting the strategy, partial earthworks may be used, within the vicinity of the walls that are most exposed to solar radiation, in the form of vegetated slopes. It is also important to emphasize that, in order to take better advantage of the effects of soil, coatings of insulating materials should not be applied on the internal floor. The use of internal layers with insulating properties, such as waterproofing layers, may also greatly reduce the desired effect.

para a realização de escavações é um impeditivo para a adoção da estratégia, pode-se utilizar o aterramento parcial, na adjacência das paredes mais expostas à radiação solar, na forma de taludes com vegetação. Importante ressaltar também que, para melhor aproveitamento do efeito do solo, não se deve aplicar revestimentos de materiais isolantes no piso interno. A utilização de camadas internas com propriedades isolantes, como mantas de impermeabilização, também pode reduzir bastante o efeito desejado.



Did you know?

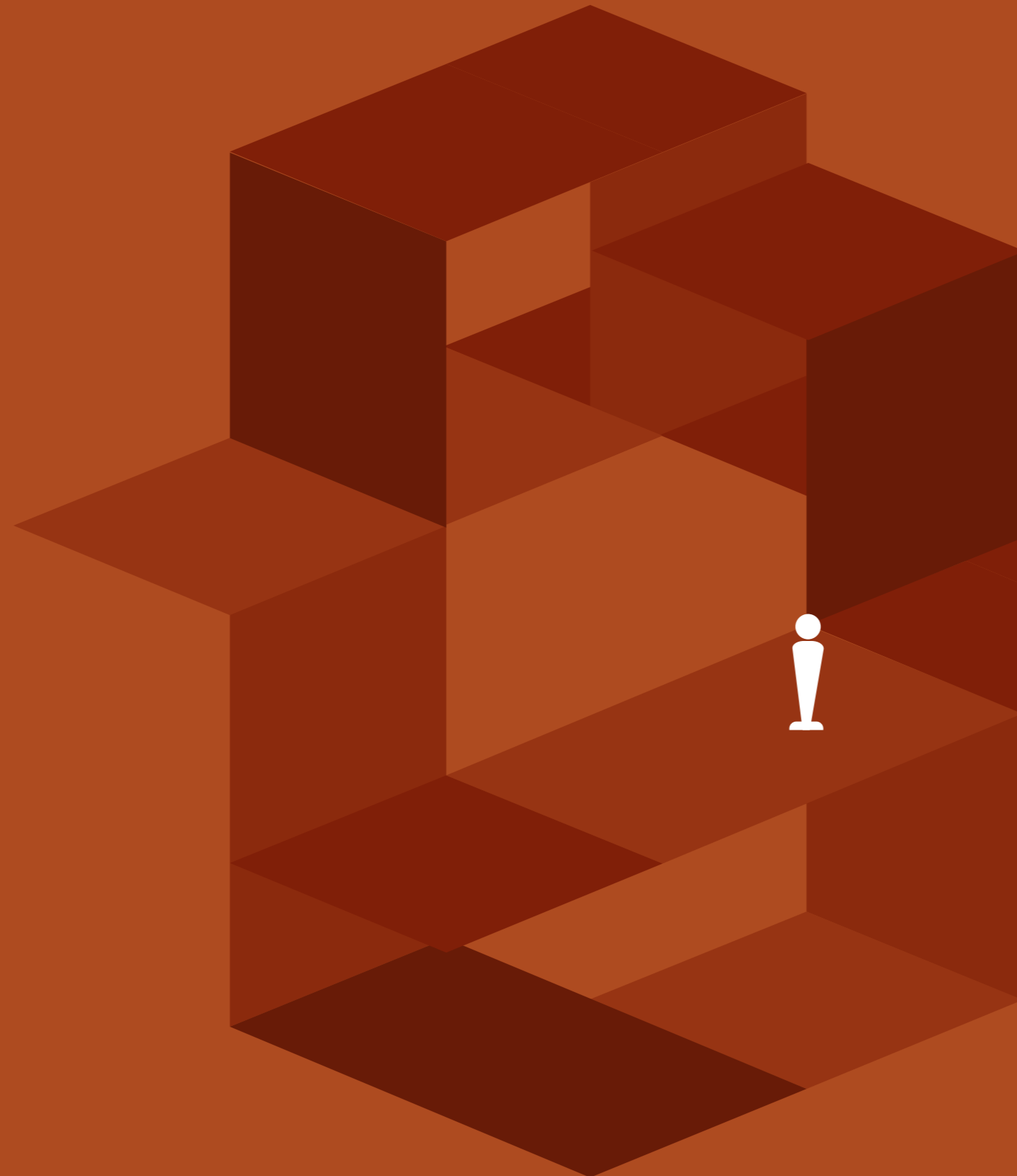
In the food industry, the use of basements for storing cereals and fermented beverages, such as wine, is common practice, due to the lower variation of temperature of these environments.

Você sabia?

Na indústria alimentícia, a utilização de subsolos para armazenamento de cereais e bebidas fermentadas, como vinhos, é prática comum, em virtude da menor variação de temperatura desses ambientes.

05

ENERGIA
ENERGY



28. Uma usina de energia no seu telhado

Joára Cronemberger

29. Economia ao racionalizar a iluminação artificial

Adriana Alice Sekeff Castro

30. Ventilação Natural + Ventilação Mecânica = Eficiência energética

Ana Carolina Barreiros Cordeiro

31. O uso das fachadas na geração de energia de um edifício

Jader Sousa de Freitas

Raí Mariano Soares

32. O potencial dos edifícios de balanço energético nulo

João Francisco Walter Costa

28 A power plant on your roof Uma usina de energia no seu telhado

Sistemas solares fotovoltaicos utilizam a irradiação solar para produzir eletricidade – praticamente todo o território brasileiro apresenta alta disponibilidade da energia limpa e renovável do sol. Ao produzir energia elétrica, tais sistemas são silenciosos, não emitem resíduos e requerem pouca manutenção durante sua vida útil, em torno 25 anos.

Os telhados inclinados são as superfícies mais propícias para receber sistemas fotovoltaicos: eles têm a vantagem de servir como suporte estrutural. Entretanto, telhados planos também podem ser utilizados, com ajuda de uma estrutura para conseguir a orientação e a inclinação adequadas aos módulos fotovoltaicos.

Para conseguir o melhor aproveitamento da irradiação solar deve-se orientar os módulos de preferência na direção Norte, inclinados com ângulo próximo à latitude local, e garantir que estejam livres de sombra entre 10h e 16h. Também é possível conseguir bons rendimentos com módulos orientados entre Leste e Oeste, varrendo o sentido anti-horário, inclinados de 5° a 50° (CRONEM-

BERGER AND CAAMAÑO-MARTÍN, 2020). In addition, it is important to ensure ventilation behind the back face of the modules so as to avoid a loss of efficiency in electricity production. The energy generated shall be injected into the local public distribution network, granting

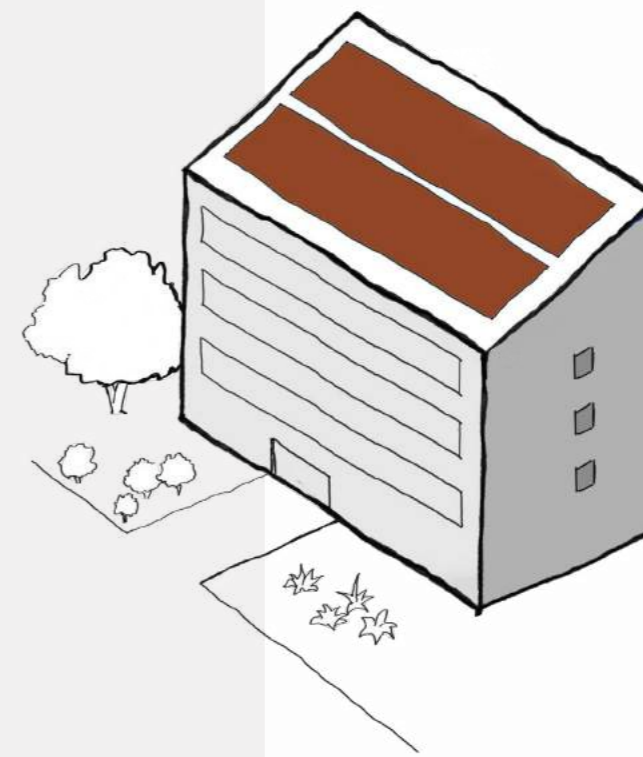
Photovoltaic solar systems use solar irradiation to produce electricity - and virtually all Brazilian territory presents a high possibility of producing clean, renewable solar energy. In producing electricity, such systems are silent, issue no waste, and require little maintenance during their lifetime, which is around 25 years. Pitched roofs are the most favorable surfaces for receiving photovoltaic systems, and have the advantage of serving as structural support. However, flat roofs may also be used, with the help of a structure in order to obtain the appropriate orientation and inclination for photovoltaic modules.

To achieve the best use of solar irradiation, in the Southern Hemisphere, the modules should preferably face North, set at an angle close to the local latitude, and ensuring that they are shadow free between 10am and 4pm. It is also possible to attain very good results with modules oriented between East and West, sweeping in a counter-clockwise direction, at angle between 5° and 50° (CRONEMBERGER AND CAAMAÑO-MARTÍN, 2020). In addition, it is important to ensure ventilation behind the back face of the modules so as to avoid a loss of efficiency in electricity production. The energy generated shall be injected into the local public distribution network, granting

in exchange a credit in KWH. (ANEEL, 2015)

BERGER E CAAMAÑO-MARTÍN, 2020). Além disso, a ventilação na face posterior dos módulos deve ser sempre favorecida para evitar perda de eficiência na produção de energia elétrica.

A energia gerada será injetada na rede pública de distribuição local, concedendo em troca um crédito em kWh. A cobrança de energia elétrica contabilizará a diferença entre a energia consumida da rede pública e aquela gerada, por período da tarifação.



Did you know?

A 100m² house with 3 inhabitants located in Brasília (Brazil) could generate all the electricity they consume annually with a 2.3 kWp solar photovoltaic system installed on the roof. The solar modules* would occupy only about 10m².

* Predicted energy use intensity of 100 kWh/person/month and commercial monocrystalline silicon photovoltaic modules.

Você sabia?

Uma família de 3 pessoas vivendo numa casa de 100m² em Brasília poderia gerar toda a eletricidade que consome anualmente com um sistema solar fotovoltaico de 2,3 kWp instalado no telhado. Os módulos solares ocupariam apenas uns 10m².

*consumo estimado 100 kWh/pessoa/mês e módulos comerciais de silício monocristalinos.

Referência

CRONEMBERGER, J.; CAAMANO-MARTÍN, E. : Irradiação solar: ferramenta de análise para o uso de energia solar fotovoltaica em edifícios no Brasil. In: Caio Frederico e Silva; Gustavo de Luna Sales; Joára Cronemberger; Vanda Alice Garcia Zanoni. (Org.). Simulação, Ambiente e Energia o Espaço Construído. 1ed. Brasília: Editora UnB, 2020, v. , p. 173-213.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Resolução normativa nº. 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST. Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2022.

29 Savings by rationalizing artificial lighting

Economia ao racionalizar a iluminação artificial

Edificações eficientes proporcionam um melhor aproveitamento bioclimático e, como consequência, um menor consumo de energia, pois o uso das condicionantes ambientais como ventilação e iluminação natural (luz solar) são aplicadas de forma a evitar ao máximo a necessidade de uso de outras fontes para obtenção de conforto, como ar-condicionado e/ou de ligar as luzes dos ambientes. Sistemas de iluminação passou a ser uma alternativa largamente utilizada e cômoda para resolver na maioria das vezes a falta de adequação de aproveitamento solar. (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2014, p.15). Essa falta de compromisso fez com houvesse um maior consumo de energia. Portanto é fundamental planejar os ambientes para o melhor aproveitamento de luz natural, mas quando isto não for possível, fazer uso da luz artificial racionalizada, ou seja, de forma a evitar o desperdício de energia. Uma forma simples de fazer um consumo mais eficiente, além da escolha de uma luminária e lâmpadas adequadas e de baixo consumo, é planejar o acendimento de forma a atender as necessidades do usuário em diferentes cenários (HEYWOOD, 2017, p.40). Exemplo: em uma manhã onde a iluminação natural não esteja satisfatória no ambiente, a complementação da luz

Referência

CAICEDO, D.; PANDHARIPANDE, A. Sensor-Driven Lighting Control With Illumination and Dimming Constraints. *IEEE Sensors Journal*, September 2015, Vol.15(9), pp.5169-5176. Disponível em: 10.1109/JSEN.2015.2436338. Acessado em: maio/2021

HEYWOOD, H. 101 Regras Básicas para Edifícios e Cidades Sustentáveis. São Paulo: Gustavo Gili, 2017.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. Eficiência energética na arquitetura. [3.ed.] Rio de Janeiro, 2014.

Efficient buildings provide better bioclimatic use and, as a consequence, lower energy consumption, as the use of environmental conditions such as ventilation and daylighting (sunlight) are applied in order to avoid as much as possible the need to use other sources for comfort, such as air conditioning and/or turning on the lights in the rooms. Lighting systems have become a widely used and comfortable alternative to resolve, in most cases, the lack of adequate solar use (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2014, p.15). This lack of commitment resulted in greater energy consumption. Therefore, it is essential to plan environments for the best use of daylight, but when this is not possible, make use of rationalized artificial lighting, that is, in order to avoid wasting energy. A simple way to make a more efficient consumption, in addition to choosing a suitable, low-consumption luminaire and lamps, is to plan the lighting system in order to meet the user's needs in different scenarios (HEYWOOD, 2017, p.40). Example: on a morning where the daylighting is not satisfactory in the environment, the artificial light can be complemented only in the darkest parts of the room, that is, not needing to turn on all the luminaires at once.

artificial pode ser feita apenas nas partes mais escuras, ou seja, não necessitando ligar todas as luminárias de uma vez.



Did you know?

In lighting with luminaires integrated by sensors, each luminaire has an occupancy sensor and a light sensor and communicates with a "brain" central that will connect according to the user's need. This way of lighting prevents energy waste and contributes to the environment. (CAICEDO, D.; PAN- DHARIPANDE, A., 2015).

Você sabia?

Na iluminação com luminárias integradas por sensores, cada luminária possui um sensor de ocupação e um sensor de luz e se comunica com uma central "cérebro" que ligará conforme a necessidade do usuário. Esta forma de acendimento previne o desperdício de energia e colabora com o meio ambiente. (CAICEDO, PANDHARI- PANDE, 2015).

30 Natural Ventilation + Mechanical Ventilation = Energy Efficiency Ventilação Natural + Ventilação Mecânica = Eficiência Energética

Uma forma de reduzir o consumo energético com sistemas de condicionamento artificial e maximizar o conforto térmico é a utilização de um modo misto de ventilação, utilizando a ventilação mecânica quando e onde necessário e a ventilação natural sempre que possível. (DEBIASI, 2016).

A ventilação do edifício é necessária para manter a qualidade do ar interno e controlar a sua temperatura e umidade relativa. Além disso, uma boa ventilação é um grande contribuinte para a saúde e conforto dos ocupantes do edifício (LIDDAMENT, 1996).

A ventilação natural baseia-se em diferenças de pressão (geradas por diferença de temperatura ou pelo vento) para mover o ar fresco através dos edifícios, por meio da ventilação cruzada e da ventilação por efeito chaminé (PROJETEEE, 2021).

Assim, este sistema depende de diversos fatores para se tornar eficiente. O clima local, a orientação e forma do edifício, a presença de fontes de calor e de poluição externas e o comportamento humano influenciam diretamente nesta questão, e podem tornar a ventilação natural inviável ou insuficiente.

Referências

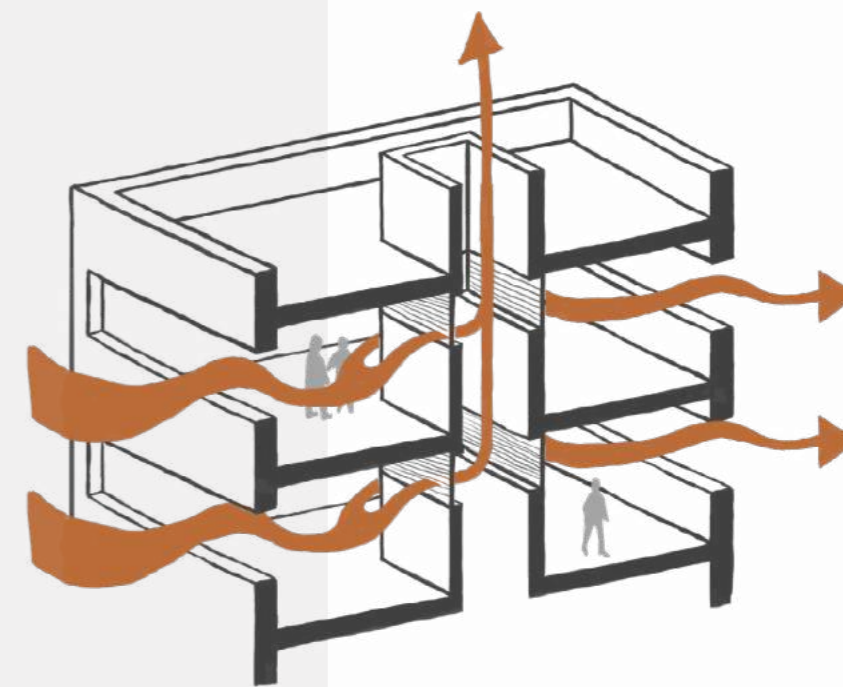
DEBIASI, Rosana. ANÁLISE DA ESTRATÉGIA DE VENTILAÇÃO HÍBRIDA PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS PARA O CLIMA DE FLORIANÓPOLIS. Orientador: Prof. Roberto Lamberts, PhD. Dissertação de Pós-Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

LIDDAMENT, M. W. A Guide to Energy Efficient Ventilation. 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. PROJETEEE: Estudos Preliminares. Estratégias Bioclimáticas: Ventilação Natural. [S.l.], 2005. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/ventilacao-natural/>>. Acesso em: 9 out. 2021.

sity emerges for integration between the bioclimatic project and mechanical ventilation systems for a more efficient solution.

Por sua vez, a ventilação mecânica feita por meio do condicionamento artificial do ar, permite um melhor controle sobre a taxa de ventilação na edificação. Isso a torna uma solução eficiente em reduzir o número de dias de desconforto, apesar de possuir um gasto energético muito elevado. Daí surge a necessidade de integração entre o projeto bioclimático e os sistemas de ventilação mecânica para uma solução mais eficiente.



Did you know?

Sensors on the windows can be implemented to turn off the air conditioning system when they are opened, or even to indicate, through the measurement of air temperature, humidity and external pollution indices, the most favorable times to open the windows.

Você sabia?

A implementação de sensores nas janelas pode ser feita para desligar o sistema de condicionamento do ar quando elas forem abertas, ou até mesmo para indicar por meio da medição da temperatura do ar, umidade e índices de poluição externos os momentos mais propícios para se abrir as janelas.

31

Using facades for the generation of energy in a building

O uso das fachadas na geração de energia de um edifício

Um edifício com maior área de fachadas do que a área de cobertura é capaz de suprir considerável parte de seu consumo de energia através do uso de módulos fotovoltaicos em suas envoltórias laterais. Desconsiderando-se a interferência de sombreamentos provenientes de construções ou vegetações adjacentes, é possível afirmar que quanto maior sua altura, maior será a relação entre a geração própria de energia e o consumo do edifício como um todo.

É preciso ter-se em conta que, diferentemente da superfície de cobertura, que é paralela à abóbada celeste, algumas fachadas não recebem radiação solar de forma predominante durante um ano inteiro devido ao seu posicionamento na edificação, significando um prejuízo relativo ao custo de implementação caso fosse inserida nelas a geração de energia fotovoltaica. Para os edifícios localizados no hemisfério sul do planeta, as melhores fachadas para aplicação dos módulos são as fachadas norte, leste e oeste, sendo a primeira e a última as de maior potencial de geração de energia.

Em relação à inclinação dos módulos nas fachadas, é necessário que se tenha em conta o aproveitamento possível da área das fachadas. Isso quer dizer que uma fachada norte com módulos a uma inclinação ótima (próxima ao valor da latitude local) poderia gerar mais energia caso fossem implementados módulos a 90°, paralelos à fachada, porque poderiam ser utilizados em maior quantidade, sem o risco do auto sombreamento entre os módulos (FREITAS *et al.*, 2019).

Referência

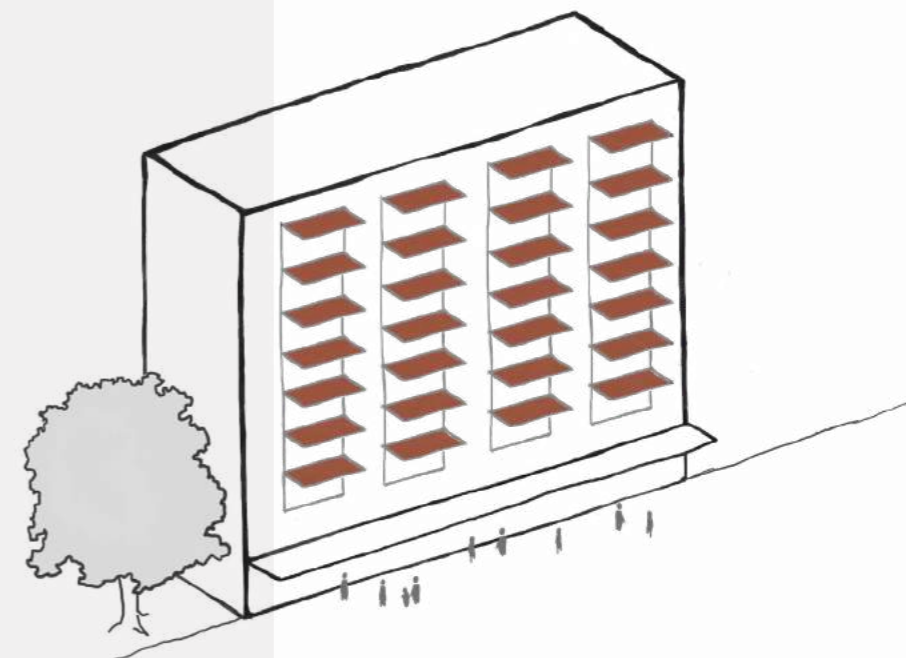
FREITAS, J., CRONEMBERGER, J., SOARES, R. Using Rhinoceros Plugins Grasshopper And Ladybug To Assess BiPV Façades In Brasília. Conference: Building Simulation 2019. Pag. 4467-4472. 2019.

A building in which there is a larger area of facade than roof is capable of supplying a considerable part of its energy consumption through using photovoltaic modules on its lateral envelopes. Disregarding the interference of shading from adjacent buildings or vegetation, it is possible to state that the greater its height, the greater the relationship between its own energy generation and the consumption of the building as a whole.

It should be taken into account that, unlike the roof surface, which is parallel to the celestial sphere, some facades do not predominantly receive solar radiation for a whole year due to their position in the building, thereby signifying a loss in the cost of implementation if the generation of photovoltaic energy had been included in them. For buildings located in the southern hemisphere, the best facades for applying the modules are the north, east and west facades, the first and last being those with the greatest potential for generating energy.

In relation to the angle of the modules on the façades, it is necessary to take the possible use of the area of the façades into account. This signifies that a north façade with modules at an optimal angle (close to the degree of the local latitude) could generate more energy if modules were implemented at 90°, parallel to the façade, because more of them could be

used, without the risk of self-shading between modules (FREITAS *et al.*, 2019).



Did you know?

The term “Building Integrated Photovoltaics” (BIPV) refers to photovoltaic systems where the modules are integrated into the building, working both as energy generators and constructive elements of architectural coating. A broad selection of options is available for integrating them with buildings, since there are several types of photovoltaic modules available on the market, such as semi-translucent modules, which may serve as frames, and also modules in the form of tiles.

Você sabia?

O termo BIPV (do inglês “*Building Integrated Photovoltaics*”) se refere aos sistemas fotovoltaicos onde os módulos são integrados ao edifício, funcionando como geradores de energia e também como elementos construtivos de revestimento arquitetônicos. As opções de integração com os edifícios são amplas, já que existem vários tipos de módulos fotovoltaicos disponíveis no mercado como, por exemplo, módulos semi-translúcidos, que podem servir como esquadrias, e módulos em formato de telhas.

32 The potential of zero energy balance buildings

O potencial dos edifícios de balanço energético nulo

Você sabe o que são edifícios de balanço energético nulo? O conceito de balanço energético NZEB – sigla, em inglês, de *Net Zero Energy Building* –, significa que a edificação, conectada à rede elétrica, apresenta consumo reduzido de energia elétrica e essa demanda é suprida por meio de energia renovável no período de um ano. Segundo Voss e Musall (2012), há quatro elementos que devem ser considerados durante o projeto de edifícios de balanço energético nulo, que são:

- redução do consumo energético para ar-condicionado, iluminação e equipamentos elétricos;
- projeto de arquitetura, no qual estratégias bioclimáticas são utilizadas, como aproveitamento da luz natural, uso da ventilação natural etc.;
- uso de equipamentos eficientes, em especial o ar-condicionado com menor consumo energético e os sistemas de iluminação artificial – com automação;
- produção de energia elétrica local.

Costa, Amorim e Silva (2020) fizeram um levantamento de 240 edifícios de escritórios em Brasília. O objetivo do trabalho era definir diretrizes para retrofit de edifícios públicos de escritórios com características NZEB em Brasília em edifícios de até quatro pavimentos – que representa um terço do total levantado. Por meio da exe-

Referências

COSTA, Joao Francisco Walter; AMORIM, Claudia Naves David Amorim; SILVA, Joara Cronemberger Ribeiro e. Retrofit guidelines towards the achievement of net zero energy buildings for office buildings in Brasilia. *Journal of Building Engineering*, v.32, n. 101680, 2020.

VOSS, K.; MUSALL, E (Org.). *Net zero energy buildings: international projects of carbon neutral buildings*. 2.ed. Munich: Detail Green Books, 2012.

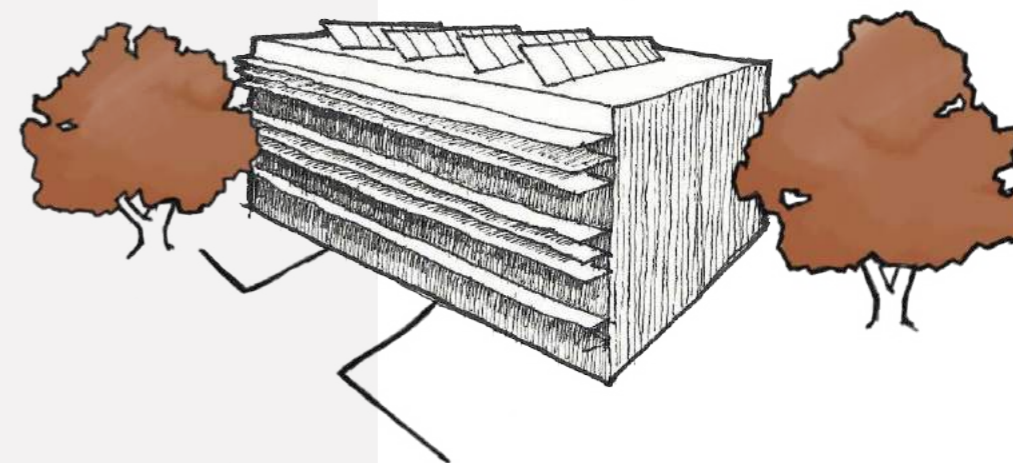
Do you know what zero energy buildings are? The concept of energy balance NZEB – Net Zero Energy Building (NZEB), means that the building, connected to the electricity grid, has reduced electricity consumption and this demand is supplied through renewable energy in a period of one year. According to Voss and Musall (2012), there are four elements that must be considered during the design of zero energy buildings, which are:

- Reduction of energy consumption for air conditioning, lighting and electrical equipment.
- Architectural design, in which bioclimatic strategies are used, such as taking advantage of daylight, use of natural ventilation, etc.
- Use of efficient equipment, especially air conditioning with less energy consumption and artificial lighting systems – with automation.
- Local electricity production.

Costa, Amorim and Silva (2020) surveyed 240 office buildings in Brasília. The objective of the work was to define guidelines for retrofitting public office buildings with NZEB characteristics in Brasília into buildings of up to four floors – which represents a third of the total surveyed. With computer simulations, it was concluded that it is possible to implement buildings with zero energy balance in the Brazilian capital in

buildings of up to four floors with a reduction of up to 46% in total electricity consumption, with the possibility of still producing photovoltaic solar energy.

cução de simulações computacionais, concluiu-se que é possível implementar edifícios de balanço energético nulo na capital brasileira em edifícios até quatro pavimentos, com redução de até 46% no consumo total de energia elétrica e ainda poderiam produzir energia solar fotovoltaica.



Did you know?

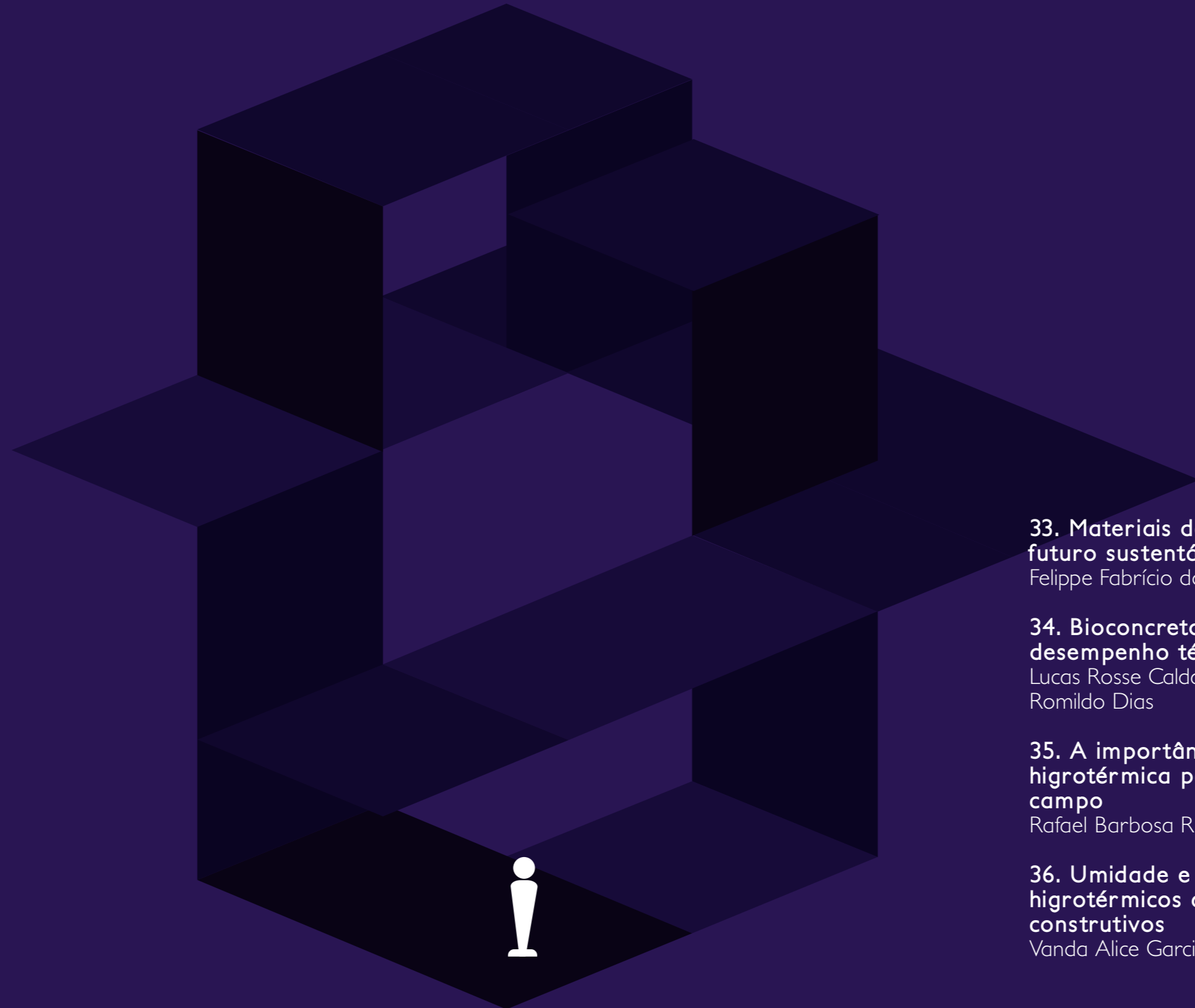
NZEB studies in Brazil are still incipient and there is great potential – little explored for their implementation. Computational simulation in NZEB buildings plays a key role, because it is possible to predict the consumption and energy production of buildings before they are even built, or in case of retrofit - of existing buildings, evaluate the proposed modifications.

Você sabia?

Estudos de NZEB no Brasil ainda são incipientes e há um grande potencial – pouco explorado para a implementação deles. A simulação computacional em edifícios NZEB tem papel fundamental, porque é possível prever o consumo e a produção de energia das edificações antes mesmo de serem construídas, ou em caso de *retrofit* - de edifícios existentes, avaliar as modificações propostas.

06

MATERIAIS
MATERIALS



33. Materiais de construção para um futuro sustentável

Felippe Fabrício dos Santos Siqueira

34. Bioconcretos geram bom desempenho térmico

Lucas Rosse Caldas

Romildo Dias

35. A importância da caracterização higrotérmica para a pesquisa de campo

Rafael Barbosa Rios

36. Umidade e mecanismos higrotérmicos atuantes nos sistemas construtivos

Vanda Alice Garcia Zanoni

33 Construction materials for a sustainable future

Materiais de construção para um futuro sustentável

A indústria da construção cria uma grande pressão sobre a natureza por meio da demanda por matérias-primas e consumo de energia. A atividade é o ramo que mais consome recursos naturais, com o agravante de que a maioria desses recursos não são renováveis. Além disso as edificações são responsáveis por mais de 40% do consumo global de energia, cerca de 35% das emissões de dióxido de carbono, 25% do consumo de água e uma das maiores geradoras de resíduos sólidos. Esses atributos fazem das construções uma das atividades poluentes mais nocivas e menos sustentáveis do planeta, estando no centro das preocupações em relação ao impacto ambiental.

Os edifícios impactam no meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida e a escolha dos materiais de construção possui uma contribuição importante no seu desempenho geral. Os materiais de construção tradicionais, incluindo aço, concreto, alumínio e vidro, são em sua maior parte de origem não renovável e com alto teor de energia incorporada.

Uma tentativa de reduzir esses impactos negativos e garantir o desenvolvimento sustentável da indústria da construção é buscar novos materiais de construção cujos componentes sejam de origem renovável e tenham baixo custo energético de produção, incluindo baixa emissão de poluentes durante sua produção. A substituição de materiais de construção convencionais por materiais, incluindo os reciclados, visa limitar as emissões de gases de efeito estufa, conservar recursos naturais, proteger a saúde e melhorar o desempenho ambiental das edificações. Esta é uma forma pela qual a indústria da construção pode dar uma contribuição responsável para a proteção do meio ambiente.

The construction industry creates great pressure upon nature through the demand for raw materials and energy consumption. The activity is the one that consumes the most natural resources, with the aggravating factor that most of these resources are not renewable. In addition, buildings account for more than 40% of global energy consumption, about 35% of carbon dioxide emissions, 25% of water consumption and are one of the largest solid waste generators. These attributes make buildings one of the most harmful and least sustainable polluting activities on the planet, being at the center of environmental impact concerns.

Buildings impact the environment throughout their life cycle and the choice of building materials has an important contribution to their overall performance. The traditional building materials, including steel, concrete, aluminum, and glass, are mostly of non-renewable origin and with high embodied energy content.

An attempt to reduce these negative impacts and ensure the sustainable development of the construction industry is to seek new construction materials whose components are of renewable origin and have low energy cost of production, including low emission of pollutants during their production. Replacing conventional building materials

with materials, including recycled ones, aims to limit greenhouse gas emissions, conserve natural resources, protect health and improve the environmental performance of buildings. This is a way in which the construction industry can make a responsible contribution to the protection of the environment.



Did you know?

The analysis and choice of sustainable building materials are based on a Life Cycle Assessment (LCA). LCA is a methodology for assessing the environmental impacts associated with all stages of the life cycle of a product, process, or service.

Você sabia?

A análise e escolha de materiais de construção sustentáveis são baseadas em uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). ACV é uma metodologia de avaliação dos impactos ambientais associados a todas as etapas do ciclo de vida de um produto, processo ou serviço.

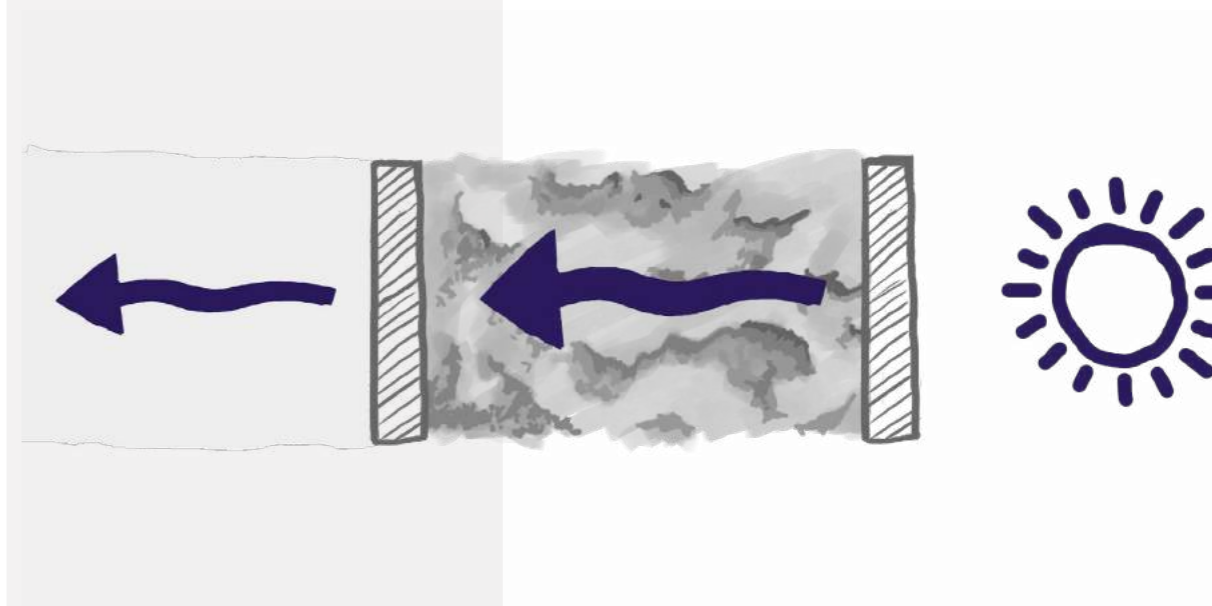
34

The use of bioconcrete generates a good thermal performance

Bioconcretos geram bom desempenho térmico

Preferência por especificação de sistemas construtivos que tenham uma menor transmitância térmica e que tenham uma boa capacidade térmica. Os bioconcretos são um bom exemplo, pois possuem menor condutividade térmica que os concretos convencionalmente utilizados (devido à biomassa utilizada em sua produção) e ao mesmo tempo possuem calor específico e massa adequados para uso nos climas brasileiros. Eles estão sendo pesquisados a partir de uma mistura de materiais cimentícios, resíduos de biomassa (serragem, casca de arroz, etc.), aditivos químicos e água. Eles podem ser utilizados como elementos de fechamento ou sombreamento.

Give preference to specifying constructive systems that have a lower thermal transmittance and a good thermal capacity. Bioconcrete is a good example, because it has a lower thermal conductivity than conventionally used concretes (due to the biomass used in its production), while at the same time, it has a specific heat and mass which is appropriate for use in Brazilian climates. Bioconcrete is currently undergoing research with a mixture of cementitious materials, biomass residues (sawdust, rice husk, etc.), chemical additives and water. They may be used as closing or shading elements.



Did you know?

Bioconcretes use biomass residues in their production and have the capacity to store CO₂. The use of this material in buildings can contribute to a more circular and low-carbon construction.

Você sabia?

Os bioconcretos utilizam resíduos vegetais na sua produção, com capacidade de estocar CO₂. O uso deste material nas edificações pode contribuir para uma construção mais circular e de baixo carbono.

35

The importance of hygrothermal characterization for field research

A importância da caracterização higrotérmica para a pesquisa de campo

Para avaliar o comportamento higrotérmico dos sistemas de fachada com os dados das medições *in loco*, é preciso definir o período mais adequado às medições, caracterizado pelas condições climáticas e de contorno. As medições realizadas em levantamentos de campo fornecem dados que são muito importantes para comparar e validar as simulações computacionais higrotérmicas.

As normas brasileiras de desempenho (ABNT NBR 15575) exigem que as simulações computacionais sejam realizadas para as 8760 horas, ao longo de um ano climático. Mas, para as medições de campo, é preciso caracterizar os agentes climáticos nos dias de medição, conforme sua intensidade, frequência de ocorrência, sazonalidade e sua interação com o sistema construtivo.

Os Perfis Higrotérmicos Diários ajudam a analisar a resposta do sistema de fachada ao longo de 24 horas de um dia, de acordo com as condições climáticas, a orientação da fachada e as propriedades do sistema construtivo. Portanto, são ferramentas auxiliares aos procedimentos de campos, nos ensaios com termografia e nas medições de temperatura superficial e amplitude térmica na superfície da fachada.

Para considerar simultaneamente as principais variáveis meteorológicas que influenciam o comportamento higrotérmico nos dias de medição, foi proposta a Classificação Climática Diária, que utiliza 5 agentes climáticos

Referência

RIOS, R. (2019). Proposta de Classificação Climática Diária e de Perfis Higrotérmicos Diários para Medições Térmicas em Inspeções de Fachada. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 143 p.

In order to assess the hygrothermal behavior of facade systems with data from measurements *in loco*, it is necessary to define the most suitable period for measurements, characterized by climatic and contour conditions. Measurements carried out in field surveys provide data that are very important for comparing and validating computer hygrothermal simulations.

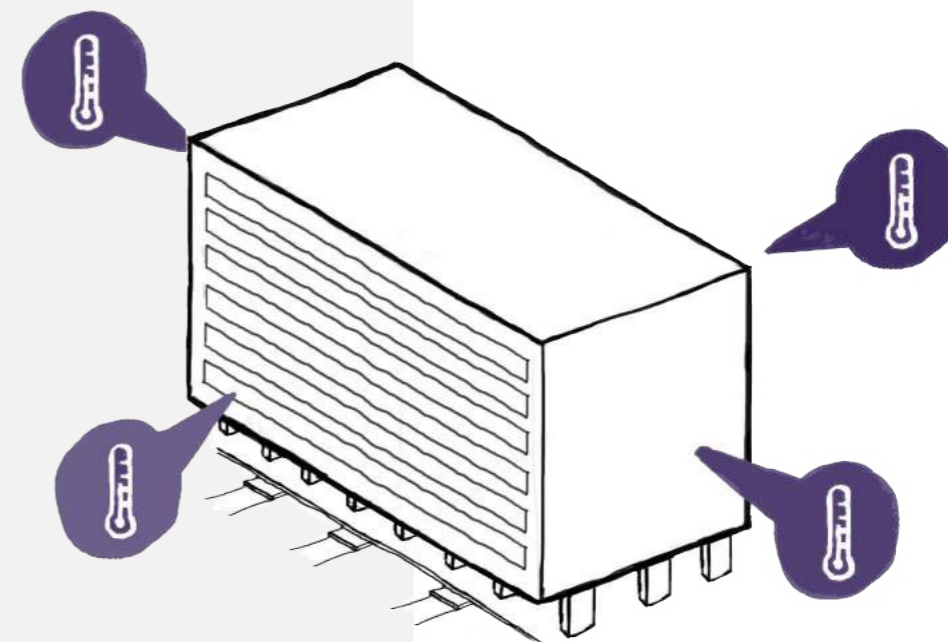
Brazilian performance standards (ABNT NBR 15575) require computer simulations to be conducted for 8760 hours over a climatic year. However, for the field measurements, it is necessary to characterize the climatic agents on the days of measurement, with regard to intensity, frequency of occurrence, seasonality and interaction with the building system.

Daily hygrothermal profiles help to analyze the response of the facade system over a 24-hour period, according to climatic conditions, facade orientation and the properties of the building system. Hence, they are auxiliary tools for field procedures, in tests with thermography and surface temperature measurements and thermal amplitude on the surface of the facade.

To simultaneously consider the main meteorological variables that influence hygrothermal behavior on measurement days, the Daily Climate Classification was proposed using 5 climatic

agents for climate characterization. The use of 3 intensity classes (for each climatic agent, defined by the occurrence frequency in each period), enables the characterization of any individual day (RIOS, 2019).

para a caracterização climática. O uso de 3 Classes de Intensidade (para cada agente climático), definidas pela frequência de ocorrência em cada período, permite a caracterização de qualquer dia isolado (RIOS, 2019).



Did you know?

In order to carry out hygrothermal measurements, the use of isolated sazonal months (such as, the warmer months; the rainy months) can be inefficient, due to the weather variation within the chosen months. Characterize the sazonal weather conditions it is extremely relevant to avoid “extreme” condition, or more intense conditions, however less frequent.

Você sabia?

Para medições higrotérmicas, evite definir o período de medição apenas pela sazonalidade (por exemplo, meses mais quentes; meses mais chuvosos), pois pode haver uma variação significativa dentro do mês selecionado. Caracterizar a sazonalidade do clima local é extremamente relevante para evitar medições em condições “extremas”, ou de maior intensidade, porém, de menor frequência.

36 Humidity and hygrothermal mechanisms active in building systems

Umidade e mecanismos higrotérmicos atuantes nos sistemas construtivos

A presença de umidade é um dos maiores problemas nas edificações. O teor de umidade presente nos materiais afeta o comportamento higrotérmico do sistema construtivo, que envolve o transporte de calor, ar e massa. O transporte de massa (umidade) ocorre na forma de água líquida ou vapor. A transferência de calor e massa nos componentes porosos da envoltória da edificação ocorre sempre que houver diferenças de temperatura e conteúdo de umidade.

Nem todos os programas computacionais para simulações higrotérmicas consideram modelos que envolvem o conjunto de fenômenos e mecanismos de transferência de calor e de umidade. Esses fenômenos são transientes e complexos, pois ocorrem simultaneamente e são altamente interdependentes. Mas, com o avanço dos modelos computacionais e a operabilidade entre diferentes ferramentas, a tendência é que os fenômenos sejam modelados de forma associada e sinérgica. Por isso, torna-se relevante conhecer os conceitos higrotérmicos e compreender os mecanismos de transferência de umidade, além de realizar ensaios laboratoriais para obter propriedades dos materiais e caracterização de componentes.

A chuva dirigida é a maior fonte de umidade. A presença de umidade nas construções é uma das principais causas de degradação nas edificações. Os sistemas de fachada devem ser estanques à água líquida e, ao mesmo tempo, permitir as trocas de vapor para que os teores de umidade dos materiais não favoreçam a ocorrência de movimentações dimensionais, condensações, bolor, manchas, alterações físicas e químicas nos materiais, entre outros tipos de manifestações patológicas oriundas

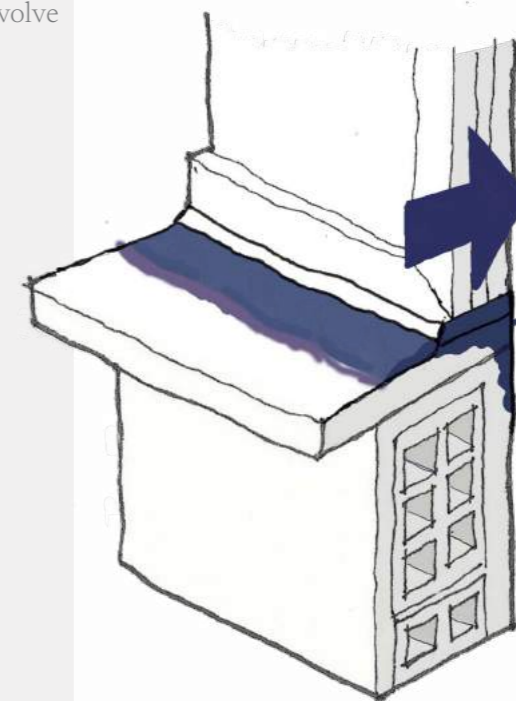
The presence of humidity is one of the biggest problems in buildings. The moisture content present in the materials affects the hygrothermal behavior of the building system, which involves the transport of heat, air and mass. The transport of mass (humidity) occurs in the form of liquid water or steam. The transfer of heat and mass in the porous components of the building envelope occurs whenever there are differences in temperature and moisture content.

Not all computer programs for hygrothermal simulations take into account models involving the set of phenomena and mechanisms for transferring heat and moisture. These phenomena are transient and complex because they occur simultaneously and are highly interdependent. However, with the advancement of computer models and the operability of different tools, the tendency is that phenomena are modeled in an associated and synergistic manner. Therefore, it is of relevance to be familiar with hygrothermal concepts and understand the mechanisms of moisture transfer, in addition to performing laboratory tests in order to obtain the properties of the materials and to characterize the components.

Direct rain is the major source of moisture. The presence of humidity in buildings is one of the main causes of degradation in buildings. Facade sys-

tems should be watertight for liquid water and at the same time allow steam exchanges so that the moisture content of materials does not favor the occurrence of dimensional movements, condensations, mold, stains, and physical and chemical changes in materials, among other types of pathological manifestations from the presence of moisture. Hygrothermal variations in the building components, condensations and the process of wetting and drying involve moisture transfer mechanisms.

da presença de umidade. As variações higrotérmicas nos componentes construtivos, as condensações e os processos de molhagem e secagem envolvem mecanismos de transferência de umidade.



Did you know?

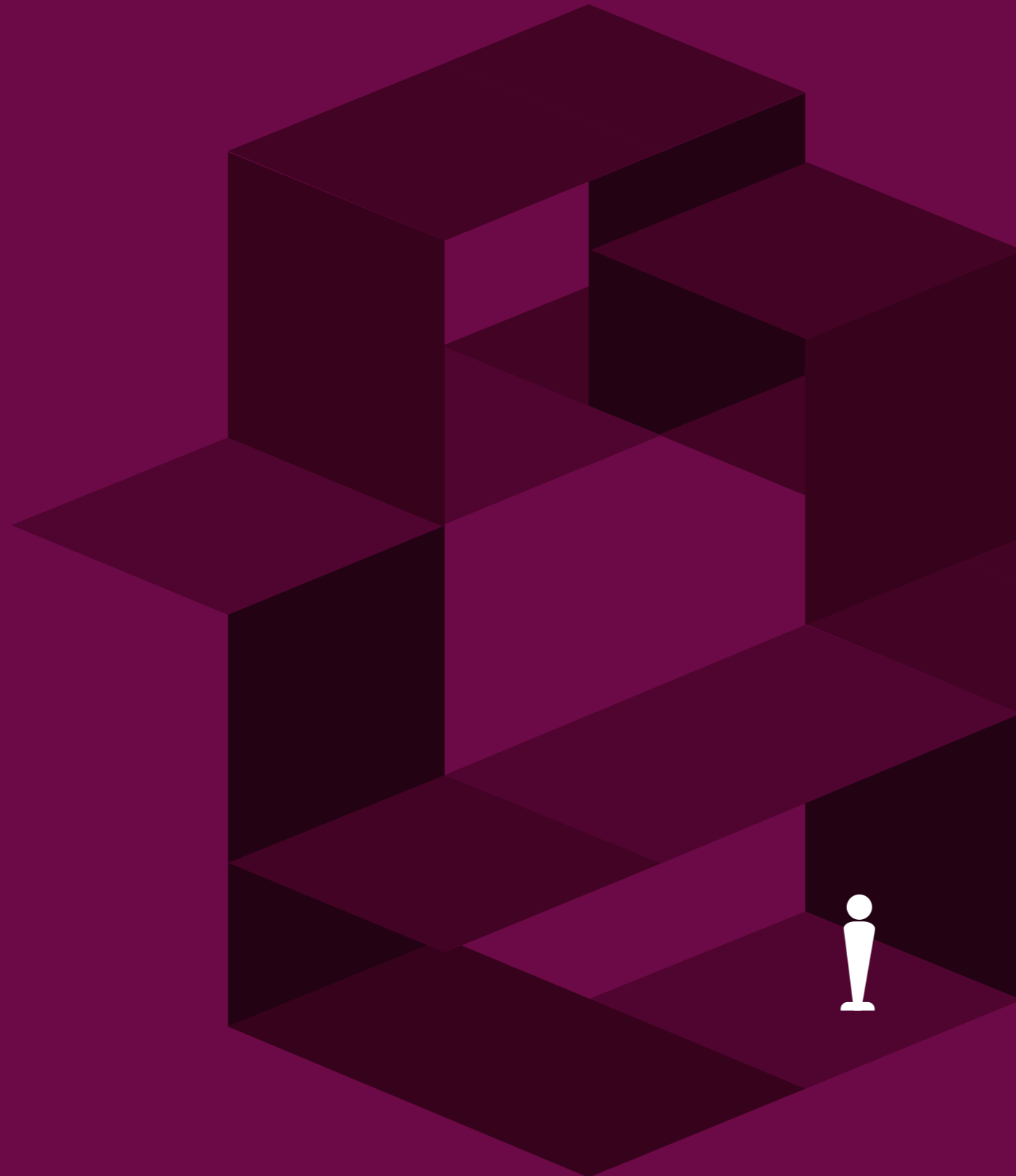
Porous and hygroscopic materials with high permeability, adsorb water vapor of the air. When they have a high coefficient of capillarity, they absorb liquid water. Environments with little ventilation or with very waterproof paints hinder the processes of evaporation and drying of the surface, degrading the construction system, and compromising the health of the environment.

Você sabia?

Os materiais porosos, higroscópicos e com elevada permeabilidade, adsorvem o vapor de água do ar. Quando apresentam elevado coeficiente de capilaridade, absorvem água líquida. Ambientes com pouca ventilação ou com pinturas muito impermeáveis dificultam os processos de evaporação e secagem da superfície, degradando o sistema construtivo e comprometendo a saúde do ambiente.

07

SOM E OUTROS
SOUND AND OTHERS



37. A importância da paisagem sonora
Ana Carolina Lima

38. Sistemas compensatórios de drenagem urbana
Andrea Prado Abreu Reis Liserre
Ricardo Prado Abreu Reis

39. Os saberes construtivos indígenas na concepção de projetos
Anneli Maricielo Cárdenas Celis
Vinicius Henrique dos Anjos
Ana Karina Nascimento Silva Rodrigues

40. Modelagem Paramétrica integrada ao desempenho ambiental
Gustavo Zorzeto Bittencourt

41. O desempenho acústico da vegetação
Jamilson Alves de Sousa
Marta Adriana Bustos Romero

42. O desenho adequado dos ambientes para a qualidade sonora
Jamilson Alves de Sousa
Marta Adriana Bustos Romero

37

The importance of the soundscape A importância da paisagem sonora

Nas cidades, o desenvolvimento acelerado e desordenado acentua a falta de urbanização e a gradativa perda de sensibilidade com relação ao lugar. A permanência, variedade e diversidade de sons causaram o aumento dos níveis sonoros nas cidades, relacionados à multiplicação nos focos de origem desses sons, e à falta de prevenção dos impactos sonoros que produzem. Tratando de projeto arquitetônico, Radicchi (2012) ressalta que além de se preocupar com o ruído nas cidades, precisamos enriquecer nosso alfabeto musical. A experiência do som com o ser humano é importante para a memória e a identidade das pessoas com relação a cidade, Daumal *et. al* (2013) destacam que reconhecemos valores e significados profundos quando lembramos não só dos sons da natureza como das folhas em movimento devido ao vento nas árvores, ou de pássaros na janela, mas também dos sons dos diferentes usos/atividades e das máquinas na cidade, como o a risada ou a fala de crianças brincando no parquinho, ou saindo da escola, por exemplo. Assim, o som, enquanto fenômeno espacial, é capaz de caracterizar e modificar as dinâmicas do lugar. Suas propriedades, quantificadas e qualificadas em natureza, timbre, intensidade, frequência e duração, relacionam-se com a forma geométrica do espaço urbano, ou seja a implantação do projeto arquitetônico e a morfologia urbana das cidades influenciam nos caracteres sonoros. A arquitetura do som trata de diretrizes projetuais da paisagem

Referências

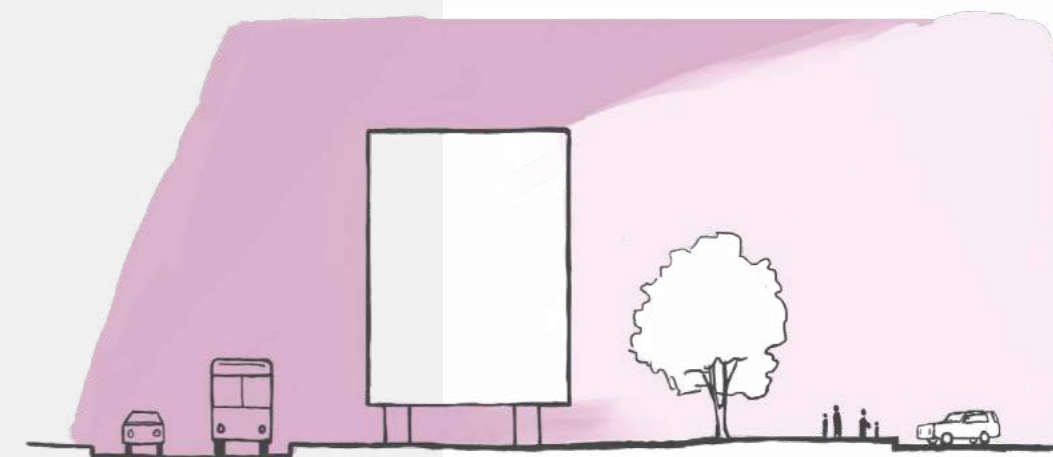
RADICCHI, A. On the sonic image of the city: mapping and designing soundscapes in contemporary cities. Firenze: FUP, 2012.

DAUMAL, F.; GORTARI, J. de; VALDÉS, F.; ORELLANA, F. Comparación de la estética sonora de espacios públicos en Barcelona y en la ciudad de México. Espacios sonoros y audiovisuales 2013. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2013.

In cities, accelerated and disorderly development accentuates the lack of urbanization and the gradual loss of sensitivity to place. The permanence, variety, and diversity of sounds caused the increase in sound levels in cities, related to the multiplication in the sources of origin of these sounds that causes the lack of prevention of the sound impacts they produce. Dealing with architectural design, Radicchi (2012) emphasizes that in addition to worrying about noise in cities, it is necessary to enrich our musical alphabet. The experience of sound with the human being is important for the memory and identity of people in relation to the city.

Daumal *et. al*, (2013) emphasize that we recognize deep values and meanings when we remember not only the sounds of nature such as leaves moving due to the wind in the trees, or birds in the window, but also the sounds of different uses and activities and machines in the city, such as, for example, the laughter or speech of children playing in the playground, or leaving school. Thus, sound, as a spatial phenomenon, is capable of characterizing and modifying the dynamics of the place. Its properties, quantified and qualified in nature, timbre, intensity, frequency, and duration, are related to the geometric shape of the urban space, that is, the implementation of the architectural project and the ur-

ban morphology of cities influence the sound characters. Sound architecture is about soundscape design guidelines.



Did you know?

The interaction between sound and urban form depends on the configurations of the elements that compose it: the layout and profiles of the roads; the way of implanting the buildings in the lots, as well as their templates; the proportions, density, and form of occupation of the blocks; the presence or absence of open spaces, such as squares and squares. They are characterized according to acoustic permeability as open (absence of obstacles) or closed (presence of multiple reflections) acoustic spaces.

Você sabia?

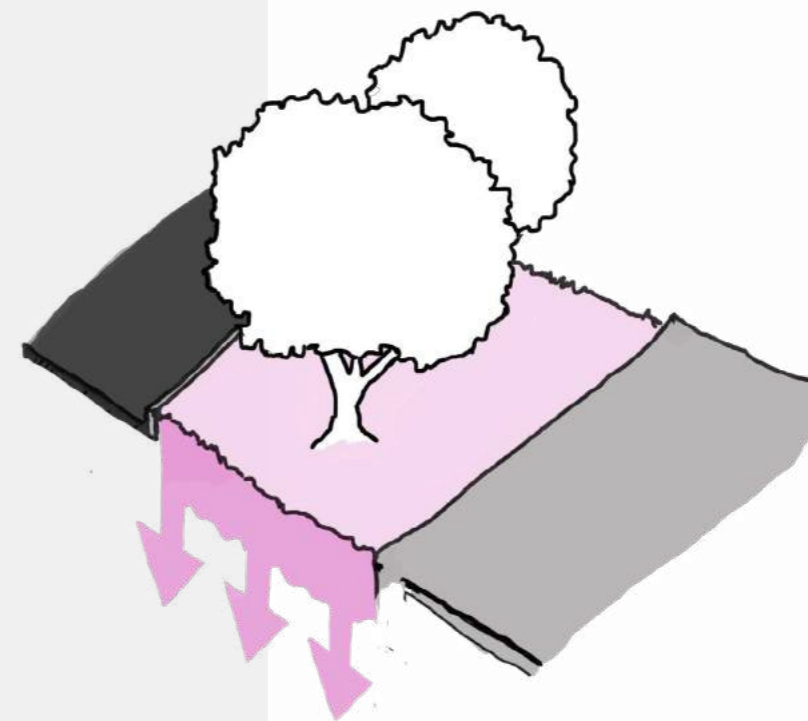
A interação entre o som e a forma urbana depende das configurações de elementos que a compõem: o traçado e perfis das vias; a maneira de implantação das edificações nos lotes, bem como seus gabaritos; as proporções, densidade e forma de ocupação das quadras; a presença ou ausência de espaços livres, tais como praças e largos. Podem ser caracterizados de acordo com a permeabilidade acústica como espaços acústicos abertos (ausência de obstáculos) ou fechados (presença de múltiplas reflexões).

38 Compensatory urban drainage systems Sistemas compensatórios de drenagem urbana

O crescimento das cidades interfere na permeabilidade do solo afetando a eficiência dos sistemas convencionais de drenagem urbana por aumentar a velocidade e o volume de escoamento superficial das águas pluviais, elevando o risco de enxurradas. Uma solução é usar sistemas compensatórios de drenagem compostos por trincheiras ou poços de infiltração, jardins de chuva e pavimentos permeáveis. Desenvolvidos com base nas premissas das práticas *Low Impact Development (LID)*, *Water Sensitive Urban Design (WSUD)* ou *Best Management Practice (BMP)*, estes dispositivos direcionam o fluxo de escoamento das águas pluviais para as superfícies permeáveis, o que permite sua percolação para reservatórios de armazenamento que amortecem o volume de escoamento e dá tempo de a água da chuva infiltrar no solo. Pavimentos confeccionados em concreto permeável, material com elevado índice de vazios entre os agregados, permitem a passagem de fluídos a uma taxa de percolação próxima a 200 L/m²/min, sendo utilizados em estacionamento ou vias de tráfego leve em substituição aos pavimentos impermeáveis. Esses pavimentos melhoram a segurança do usuário do veículo pela redução da quantidade de água que permanece sobre a via após a ocorrência das intempéries; também auxiliam na recarga do lençol freático, contribuem para um menor arraste de carga poluidora das águas escoadas, retendo parte das partículas da água que por eles percolam de forma a reduzir sua turbidez, e possibilitam a redução no nível de ruído do tráfego em comparação àquela observada em pavimentos executados em concreto convencional.

The growth of cities interferes with soil permeability, thereby affecting the efficiency of conventional urban drainage systems by increasing the speed and volume of the surface runoff of rainwater, increasing the risk of flash flooding. One solution is to use compensatory drainage systems consisting of trenches or infiltration pits, rain gardens and permeable pavements. Once developed, based on the premises of Low Impact Development (LID), Water Sensitive Urban Design (WSUD) or Best Management Practice (BMP), these devices direct the flow of rainwater runoff to permeable surfaces, allowing percolation into storage reservoirs that diminish the runoff volume, allowing time for rainwater to infiltrate into the soil. Pavements made of permeable concrete, a material with a high rate of voids between the aggregates, allow the flow of fluids at a percolation rate close to 200 L/m²/min, and is used in parking lots or light traffic lanes to replace impermeable pavements. These pavements improve vehicle user safety by reducing the amount of water that remains on the road after bouts of bad weather. They also help to recharge the water table, contribute to less drag of the polluting load of drained water, retaining part of the water particles that percolate through them, reducing their turbidity, and enabling a reduction in the level of traffic noise compared to

that observed in pavements built with conventional concrete.



Você sabia?

LID (Low Impact Development), WSUD (Water sensitive Urban Design) ou BMPs (Best Management Practices) são conceitos de técnicas compensatórias de gestão de águas pluviais cuja premissa é evitar a transferência dos problemas de drenagem de montante para jusante, pelo controle do escoamento para a bacia mais próxima de sua fonte. Sugere o uso de estruturas de drenagem diferenciadas para o armazenamento e infiltração das águas pluviais compensando assim os efeitos da urbanização acelerada.

Você sabia?

LID (Low Impact Development), WSUD (Water sensitive Urban Design) ou BMPs (Best Management Practices) são conceitos de técnicas compensatórias de gestão de águas pluviais cuja premissa é evitar a transferência dos problemas de drenagem de montante para jusante, pelo controle do escoamento para a bacia mais próxima de sua fonte. Sugere o uso de estruturas de drenagem diferenciadas para o armazenamento e infiltração das águas pluviais compensando assim os efeitos da urbanização acelerada.

39 Integrating indigenous construction knowledge in the concept of project design

Os saberes construtivos indígenas na concepção de projetos

As construções indígenas apresentam diferentes soluções do habitar, pois sua arquitetura vernacular é formada por técnicas que dialogam com extrema sensibilidade com o entorno, o clima, o solo, e a topografia. As casas indígenas localizadas no extremo norte da Amazônia brasileira, em clima quente e úmido, são resultado do que se encontra na região e possuem formas e estruturas singulares (GALLOIS & GRUPIONI, 2003). Pelas habitações estudadas, é possível identificar a palha e a madeira como os principais empregados nessas habitações, tanto pela abundância no local quanto pelos ótimos resultados para o conforto ambiental, como a baixa inércia térmica, ventilação constante e sombreamento, em consonância com as forças da natureza.

A palha, geralmente utilizada para a cobertura, é um material renovável e bem utilizado para técnicas de sombreamento, além de auxiliar na ventilação e diminuição da temperatura no interior das casas. Já a madeira é principalmente empregada na estrutura e vedação das casas, que costumam ter estruturas palafíticas para proteção em possíveis alagamentos (VAN LENGEN, 2014).

Nas habitações indígenas é possível identificar soluções

Referências

GALLOIS, D; GRUPIONI, D. Povos Indígenas no Amapá e Norte do Pará: quem são, onde estão, quantos são, como vivem e o que pensam? Iepé, 2003.

PORTOCARRERO, J. A. B. Tecnoíndia: tecnologias de construção e adaptação de unidades de saúde para os povos indígenas em Mato Grosso. Tese (Doutorado). São Paulo: FAUUSP, 2006.

LENGEN, J. V. Arquitetura dos índios da Amazônia. São Paulo: B4 Ed. 2013. 132p. WAURÁ, Arapawa.
VAN LENGEN, J. Manual do Arquiteto Descalço. Editora: B4. 1ª Ed. 2014

Indigenous constructions present different solutions for housing, since their vernacular architecture is formed by techniques that sensitively interact with the surroundings, climate, soil, and topography. Indigenous dwellings located in the extreme north of the Brazilian Amazon, in a hot and humid climate, have resulted from what is found in the region, and have unique shapes and structures (GALLOIS & GRUPIONI, 2003). From the dwellings studied, straw and wood are identified as the main materials employed, both for their abundance in this location and for their excellent results in providing environmental comfort, such as low thermal inertia, constant ventilation, and shade, in line with the forces of nature.

Straw, generally used for covering, is a renewable material and is perfect to use for shading techniques, as well as helping to ventilate and reduce the temperature inside the houses. Wood, on the other hand, is mainly used for structuring and sealing the houses, which usually have stilted structures so as to protect them against possible flooding (VAN LENGEN, 2014).

In indigenous dwellings it is possible to identify traditionally applied design solutions, the use of which may also be observed in contemporary architecture, such as integrated environments, high ceilings, plus the use of sustainable ma-

terials (PORTOCARRERO, 2006). And, although the houses have their own identity, which is in accordance with the particular experience and location of each ethnic group, sustainability is a common practice among these communities.

projetuais tradicionalmente aplicadas, e que também podem ser observadas seu o uso na arquitetura contemporânea, como ambientes integrados, pé direito alto, além da utilização de materiais sustentáveis (PORTOCARRERO, 2006). E, apesar das casas terem uma identidade própria que vai de acordo com a vivência e localização de cada etnia, a sustentabilidade é uma prática comum entre essas comunidades.



Did you know?

Did you know that some indigenous dwellings can have stilt structures up to 2.5 meters high? The 'Jurá', one of the housing typologies of the Wajãpi Indians, is built on stilts that can reach more than two meters in height. Access to the Jurá house is by a ladder carved out of a tree trunk and the roof, which has two sides, is made of ubim leaves and black straw. In general, the upper part of the house is used as a bedroom, while the lower part is used as a living area.

Você sabia?

Que algumas habitações indígenas podem ter estruturas palafíticas de até 2,5 metros? A 'Jurá', uma das tipologias habitacionais dos Wajãpi, é construída em estruturas palafíticas que podem chegar a mais de dois metros de altura. O acesso a casa Jurá é feito por uma escada esculpida em um tronco de árvore e a cobertura, em duas águas, é feita de folhas de ubim e palha preta. No geral, a parte superior é usada como dormitório, já a parte inferior da casa é utilizada como área de convivência.

40 Parametric modeling integrated with environmental performance

Modelagem paramétrica integrada ao desempenho ambiental

Ao se projetar um edifício, muitos parâmetros podem ser alterados, como o pé-direito, os materiais, as aberturas etc. Portanto, para um mesmo projeto, há várias possibilidades de design, as quais naturalmente resultam em diferentes desempenhos. Um modelo com janelas grandes e expostas, por exemplo, pode ser bem iluminado e ventilado. Por outro lado, janelas pequenas e bem sombreadas tendem a garantir ambientes mais frescos, evitando o superaquecimento pelo sol.

Além de numerosos, esses parâmetros apresentam relações entre si. Ao deslocar a parede de um cômodo, espera-se que sua geometria se adeque, que as janelas se modifiquem, que alguns materiais sejam incrementados, e por aí vai. Porém, em projetos convencionais, cada mudança é realizada manualmente. Logo, não surpreende que projetistas levem, normalmente, mais de um mês para analisar uma única alternativa de design, limitando-se a poucas iterações pela falta de tempo (WELLE *et al.*, 2011).

Por isso, a modelagem paramétrica tem crescido tanto no contexto projetual. Nessa abordagem, os parâmetros se relacionam por fórmulas, permitindo que o modelo se modifique automaticamente quando um certo parâmetro é alterado. Assim, o modelo “ganha vida” e deixa de ser apenas uma representação gráfica. Em uma casa modelada parametricamente, o deslocamento de uma parede resultaria na atualização automática de outros parâmetros relacionados. Então, com poucos cliques, várias

Referência

WELLE, B.; HAYMAKER, J.; ROGERS, Z. ThermalOpt: A methodology for automated BIM-based multidisciplinary thermal simulation for use in optimization environments. *Building Simulation*, v. 4, n. 4, p. 293-313, dez. 2011.

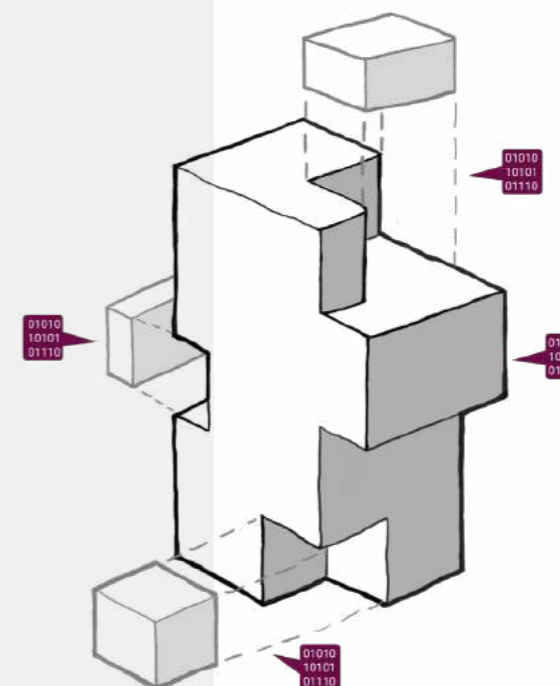
When designing a building, many parameters can be changed, such as ceiling height, materials, openings, etc. Therefore, for the same design, there are several design possibilities, which naturally result in different performances. A model with large, exposed windows, for example, can be well lit and ventilated. On the other hand, small, well-shaded windows tend to ensure cooler environments, avoiding overheating by the sun.

Besides numerous, these parameters present relationships with each other. If a room wall is repositioned, it is expected that the room geometry adapts, windows are resized, some materials are incremented, and so on. However, in conventional designs, each change is performed manually. Therefore, it is not surprising that designers usually take more than a month to analyze a single design alternative, limiting themselves to a few iterations due to time constraints (WELLE *et al.*, 2011).

Accordingly, parametric modeling has become a field of great interest among practitioners. In this approach, parameters are related via formulas, allowing the model to automatically change when a certain parameter is modified. Thus, the model “becomes alive” breaking through the constraints of a simple graphical representation. In a parametric model, the displacement of a wall would result in the automatic updating of other related

parameters. As such, with a few clicks, several alternatives may be tested, providing valuable performance feedback in a short period of time. As a result, design decisions are based not only on one or two analyses, but on hundreds to thousands of tests, favoring the creation of increasingly comfortable and sustainable buildings.

alternativas poderiam ser testadas, fornecendo feedbacks valiosos sobre o desempenho em um curto espaço de tempo. Como resultado, decisões de projeto são fundamentadas por não apenas uma ou duas análises, mas por centenas a milhares de testes, favorecendo a criação de edifícios cada vez mais confortáveis e sustentáveis.



Did you know?

Evolutionary optimization, inspired by natural selection, has gained space in parametric modeling. Analogous to nature, buildings with parameters that yield better performances correspond to individuals with genes more adapted to survival. Thus, only alternatives whose parameters bring optimal performance results may “survive” and “proliferate”.

Você sabia?

A otimização evolutiva, inspirada na seleção natural, tem ganhado espaço na modelagem paramétrica. Analogamente à natureza, os edifícios com parâmetros que resultam em melhores desempenhos são equivalentes aos indivíduos com genes mais adaptados à sobrevivência. Assim, “sobrevivem” e se “proliferam” apenas as alternativas cujos parâmetros trazam resultados ideais de desempenho.

41

The acoustic performance of vegetation O desempenho acústico da vegetação

É comum que estudantes e até profissionais da área da arquitetura e do paisagismo afirmem que a vegetação tem a função de barreira acústica, no entanto, você sabia que essa afirmação está incorreta? É verdade que, parcialmente, o som será absorvido pela vegetação, o que acarreta diminuição da pressão sonora. Além disso, parte desse som será refletido (de volta à fonte) ou dissipado (quando a onda sonora muda de direção), mas pesquisas mostram que apenas cinturões densos de vegetação com larguras superiores a 15 metros apresentam atenuações sonoras perceptíveis (BISTAFA, 2018).

No entanto, é importante salientar que a vegetação tem grande influência na percepção da paisagem sonora pelos usuários do espaço urbano. Mascaró e Mascaró (2002) destacam que a vegetação, seja pela ação do vento ou da biodiversidade local, em geral, atrai sons da natureza que são mais agradáveis ao ouvido humano. Estudos de paisagem sonora urbana apontam que esses sons naturais são, em geral preferíveis, e podem ajudar no efeito de mascaramento dos demais ruídos da cidade, ou seja, na ocultação de sons indesejáveis (como, por exemplo, os ruídos de tráfego rodoviário).

É importante então aplicar a nomenclatura correta, que a vegetação pode ser um atenuador acústico (e não uma barreira). Mas, de qualquer forma, é inegável a sua importância no desempenho ambiental sonoro dos espaços públicos.

Referências

MASCARÓ, L. R., MASCARÓ, J. L. Vegetação Urbana. Masquatro. 4ª edição. 2002

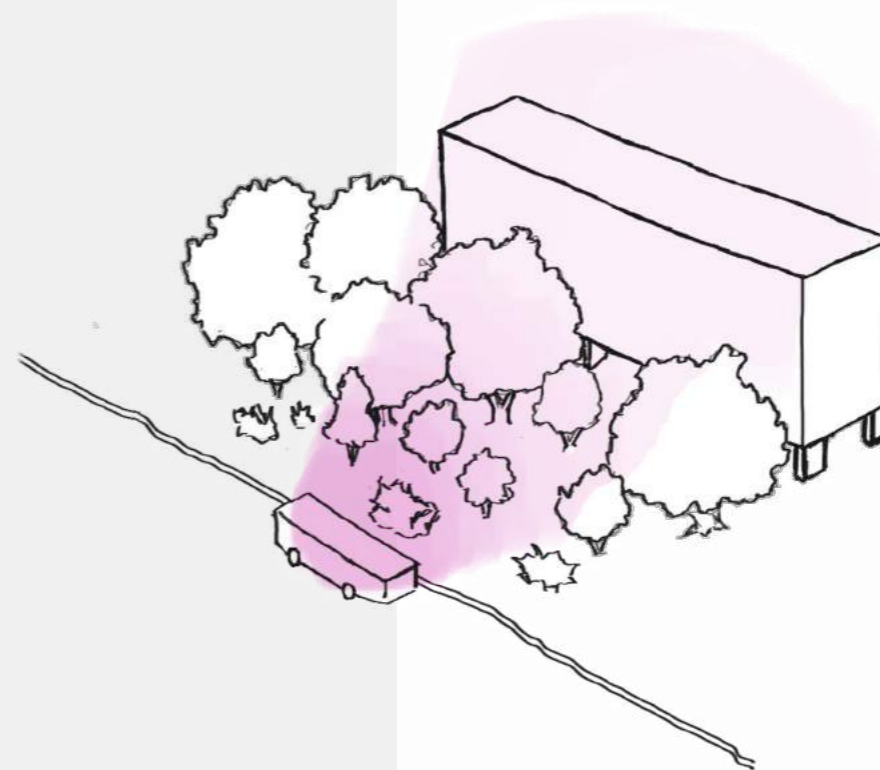
BISTAFA, S. R. ACÚSTICA APLICADA AO CONTROLE DO RUÍDO. Bluncher. 3ªED. 2018

It is common for students and even professionals in the field of architecture and landscaping to claim that vegetation functions as an acoustic barrier. However, were you aware that this statement is incorrect? It is true that sound will partially be absorbed by vegetation, which leads to a decrease in the pressure of sound. But, although some of this sound will be reflected (back to the source) or dissipated (when the sound wave changes direction), research has shown that only dense belts of vegetation with widths greater than 15 meters have noticeable sound attenuation (BISTAFA, 2018).

Nonetheless, it is important to emphasize that vegetation has a great influence over the perception of the soundscape by users of urban space. Mascaró and Mascaró (2002) highlighted that vegetation, whether due to the action of the wind or local biodiversity, generally attracts sounds from nature that are more pleasant to the human ear. Urban soundscape studies have indicated that these natural sounds are generally preferable, and may help in masking other city noises, i.e., in concealing undesirable sounds (such as road traffic noise).

It is important then to apply the correct nomenclature, that vegetation may be an acoustic attenuator (and not a barrier). However, its importance in the environmental sound performance of

public spaces is undeniable.



Did you know?

For the best performance of a green belt as an acoustic attenuator, the perennial vegetation should be dense and with different heights in a decreasing staggered shape in the direction of the source. This obtains the best efficiency in the amount of sound waves absorbed, reflected, and diverted upwards.

Você sabia?

Para o melhor desempenho de um cinturão verde como atenuador acústico, deve-se dispor a vegetação perenifólia, densa e com diferentes alturas de forma escalonada decrescente no sentido da fonte. Dessa forma obtém-se a melhor eficiência em quantidade de ondas sonoras absorvidas, refletidas e desviadas para cima.

42

The appropriate design of environments for sound quality

O desenho adequado dos ambientes para a qualidade sonora

É comum ver, em escolas brasileiras, salas de música com o mesmo dimensionamento e tratamento que as salas de aula comuns, no entanto, você sabe quais as características arquitetônicas são desejáveis em uma sala de música?

Uma das mais importantes diferenças entre um ambiente voltado para a fala e um ambiente voltado para a música é o tempo de reverberação. Enquanto no ambiente para a fala o tempo de reverberação deve ser menor para não prejudicar a inteligibilidade do que está sendo dito em seguida, na música é desejável que as notas e acordes preencham a sala e se sobreponham, ou seja, salas de música precisam de tempo de reverberação maior.

Quanto maior o volume de ar e quanto mais reflexivas são as superfícies de um espaço, maior será o tempo de reverberação. Carvalho (2010) recomenda que o volume de ar de uma sala de música seja sempre maior que 30 m³ e que, por serem reflexivas, superfícies opostas, inclusive teto e piso, não sejam paralelas para evitar defeitos acústicos, como o eco. McCue e Talaske (1989) sugerem que uma sala de música tenha pé-direito de 6 metros de altura e aproximadamente 11,33 m³ por instrumentista ou, no caso de uma sala para coral, ao menos 4,5 metros de pé-direito e 8,50 m³ por vocalista.

Referências

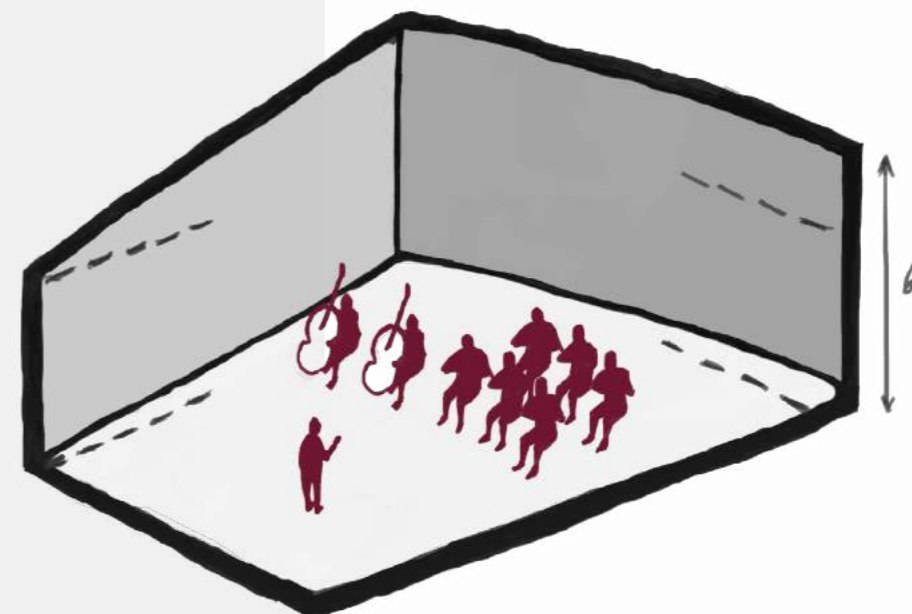
CARVALHO, R. P. *Acústica Arquitetônica*. 2a ed. Brasília: Thesaurus, 2010.

MCCUE, E.; TALASKE, R. H. *Acoustical Design of Music Education Facilities*. Syracuse: NY Acoustical Society of America, 1989.

In Brazilian schools, it is common to see music rooms with the same dimension and treatment as common classrooms. However, do you know which architectural characteristics are required for a music room?

One of the most important differences between a speech-oriented environment and a music-oriented environment is reverberation time. While in a speech-oriented environment, the reverberation time should be shorter, so as not to impair the intelligibility of what is being said next, in a music-oriented environment however, it is desirable that the notes and chords fill the room and overlap, i.e., music rooms need a longer reverberation time.

In a space, a greater volume of air and more reflective surfaces signifies a longer reverberation time. Carvalho (2010) recommended that the air volume of a music room is always greater than 30m³ and that, as they are reflective, opposing surfaces, including the ceiling and floor, are not parallel in order to avoid acoustic defects, such as echo. McCue and Talaske (1989) suggested that a music room should have a ceiling height of 6 meters and approximately 11.33 m³ per player or, in the case of a choir room, at least 4.5 meters of ceiling height. and 8.50 m³ per vocalist.



Did you know?

Reverberation Time (T₆₀) is the time interval required for the sound intensity level to decrease 60dB after the emission at the source has ceased. Depending on the purpose and volume of an environment, you can determine the Optimal Reverberation Time (ORT) that consists of the ideal T₆₀ for that space.

Você sabia?

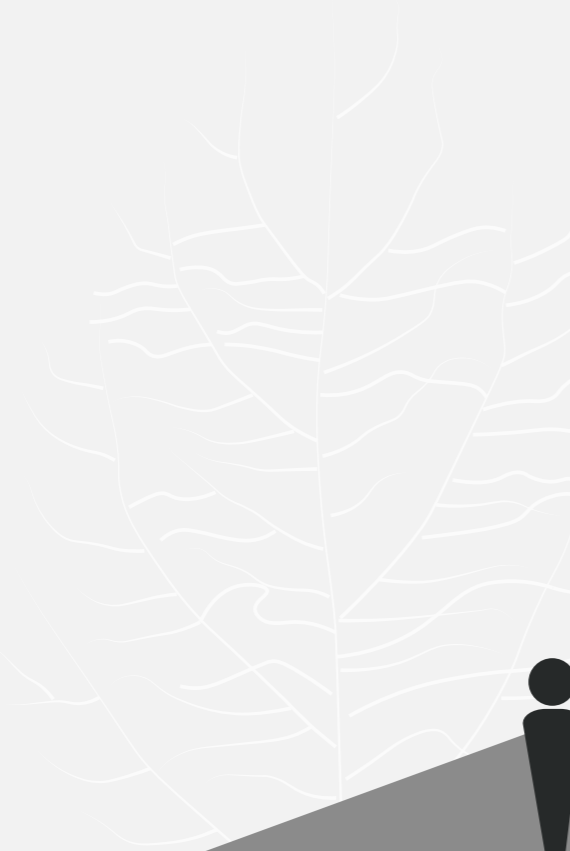
Tempo de Reverberação (T₆₀) é o intervalo de tempo necessário para que o nível de intensidade sonora decresça 60dB após cessada a emissão na fonte. Dependendo da finalidade e volume de um ambiente, é possível determinar o Tempo Ótimo de Reverberação (TOR) que consiste no T₆₀ ideal para aquele espaço.

Organizadores:
Caio Silva
Thiago Góes

Ilustrações por:
Lucas Albuquerque

Editors:
Caio Silva
Thiago Góes

Drawings by:
Lucas Albuquerque



Authors Autores (as)

Adriana Alice Sekeff Castro (ORCID)
Universidade de Brasília UnB

Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo pela UnB, mestra em Construções Civas pelo Instituto Politécnico da Guarda em Portugal (2017), especializada em Construções Civas pela Faculdade de Tecnologia de Alagoas (2016), em Gestão e Docência do Ensino Superior (2019) pelo Laboro, em Design de Interiores pelo Universidade Ceuma (2010) e graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual do Maranhão (2009). Já atuou como professora substituta na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Estadual do Maranhão e atualmente professora no Centro Universitário Planalto do Distrito Federal - UNIPLAN.

Allan Kardec José Araújo Prado (ORCID)
Controladoria-Geral da União - CGU

Arquiteto e urbanista formado pela Universidade Federal do Ceará (UFC), especialista em Reabilitação Arquitetônica e Urbanística pelo REABILITA do PPG/FAU/UnB e mestre pela Universidade de São Paulo (FAUUSP). Com experiência docente em faculdades públicas e privadas, atualmente é Auditor de Obras na Controladoria-Geral da União - onde já ocupou o cargo de Coordenador de Gestão em Engenharia e Arquitetura - e pesquisador no SICAC/UnB, com foco no desempenho e simulação termo energética de edificações públicas.

Amanda Ramos Goulart (ORCID)
Instituto Universitário de Lisboa - ISCTE

Arquiteta e Urbanista pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal - Anhanguera (UNIDERP). Mestre em Urbanismo Sustentável pela Universidade Nova de Lisboa (UNL). Doutoranda em Arquitetura dos Territórios pelo ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa. Desenvolve estudo de simulação computacional na escala urbana com ênfase na avaliação de conforto térmico no ambiente urbano com o uso de infraestrutura verde.

Ana Carolina Lima (ORCID)
Universidade de Brasília - UnB

Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB) desde 2022. Foi coordenadora dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo e Design de Interiores do Centro Universitário do Distrito Federal (UDF) entre 2018 e 2022. Coordenadora do Centro de Empreendedorismo e Inovação Acadêmica do UDF - Conecta UDF. Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (2021). Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (2014). Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (2011). Pesquisadora do Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo - LaSUS desde 2010.

Ana Carolina Barreiros Cordeiro (ORCID)
Universidade de Brasília - UnB

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, ASHRAE Associate Member e Vice-Presidente da ASHRAE Brasília Student Branch. Desenvolve pesquisas na área de Design Sustentável.

Ana Karina Nascimento Silva Rodrigues (ORCID)
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Arquiteta e Urbanista formada pela Universidade da Amazônia - UNAMA. Doutoranda em Arquitetura pela Faculdade de Arquitetura na Universidade de Lisboa FA - ULISBOA. Professora nas matérias de Projeto Arquitetônico e Meios de Expressão na Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, desde 1998. Especialista em Gestão Empresarial - FGV.

Andrea Prado A. Reis Liserre (ORCID)
Universidade de Brasília - UnB

Professora Associada da FAU/UnB graduada em Engenharia Civil (UFG, 1995) com mestrado e doutorado na área de Estruturas (USP, 1998 e 2003). Temas de interesse: reabilitação de estruturas em concreto armado, habitação de interesse social e BIM. Membro dos grupos de pesquisa: Simulação Computacional no Ambiente Construído (SiCAC) e Sustentabilidade, Desempenho e Reabilitação das edificações.

Anneli Maricielo Cárdenas Celis (ORCID)
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Arquiteta e urbanista formada pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) e mestrado pela Universidad Ricardo Palma no Perú (URP). Doutoranda pela Faculdade de Arquitetura na Universidade de Lisboa (FA-ULISBOA). Professora nas disciplinas de conforto ambiental pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável e Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília (UnB).

Ayana Dantas de Medeiros (ORCID)
Universidade Federal de Roraima - UFRR

Arquiteta e urbanista, mestre e doutoranda em Arquitetura e Urbanismo (PPG FAU UnB), com ênfase na área de Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade. Atuou em escritórios de arquitetura, é professora da Universidade Federal de Roraima e pesquisadora junto ao LACAM UnB, envolvida em estudos da International Energy Agency, com ênfase em ventilação e iluminação natural.

Bárbara Gomes Silva (ORCID)
Centro Universitário Estácio de Brasília

Arquiteta e Urbanista pelo Centro Universitário de Brasília. Especialista em Reabilitação Ambiental Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília - UnB. Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília - UnB. Membro do grupo de estudos sobre Simulação Computacional no Ambiente Construído da Universidade de Brasília - UnB. Professora nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Centro Universitário Estácio de Brasília.

Caio Frederico e Silva (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (2022-2023). Desenvolveu pesquisa de Pós-Doutorado na Universidade de Harvard (Visiting Scholar 2019-2020), ligado ao Harvard Herbarium na Faculty of Arts and Sciences e à Escola de Design (Graduate School of Design - GSD), onde é pesquisador colaborador no Critical Landscapes Design Lab (Bolsista Pós-Doc FAP-DF 2019) e fez parte o Harvard Postdoc Association (2019-2020). É Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2006). Especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável pela Universidade de Brasília - UnB (Reabilita, 2007). Mestre (2009) e Doutor (2013) em Arquitetura e Urbanismo - UnB.

Camila Amaro de Souza (ORCID)

Universidade Anhanguera - Uniderp

Arquiteta e urbanista formada pela Universidade de Brasília (UnB), mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional pela Uniderp. Doutora em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Docente da especialização em Conforto Ambiental e Sustentabilidade e da especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Uniderp desde 2018. Docente de graduação desde 2013, com experiência em diversas faculdades públicas e privadas. Proprietária da empresa Ateliê de Conforto Ambiental.

Camila Araújo de Sirqueira Souza (ORCID)

Centro Universitário Mario Pontes Jucá - UMJ/

TROPICUS Arquitetura

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Alagoas. Sócia da empresa TROPICUS Energia e Arquitetura. Coordenadora do curso de Arquitetura e Urbanismo e docente da UMJ. Revisora de artigos de congressos nacionais/ internacionais. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em tecnologia, simulação computacional, microclima urbano, conforto ambiental.

Daniela Rocha Werneck (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Arquiteta e urbanista formada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e mestrado pela Universidade de Brasília (UnB). Doutoranda no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB na linha de pesquisa sustentabilidade, qualidade e eficiência do ambiente construído.

Erica Mitie Umakoshi Kuniochi (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Possui graduação (2004), Mestrado (2008) e Doutorado(2014) em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. Atualmente é professora do Departamento de Projeto, Expressão e Representação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília - UNB. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Tecnologia da Arquitetura, atuando principalmente nos seguintes temas: edifício alto, desempenho ambiental, arquitetura paramétrica, conforto ambiental, e eficiência energética.

Felipe Fabrício dos Santos Siqueira (ORCID)

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - IFSertãoPE

Professor do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Instituto Camillo Filho (ICF), graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) com período sanduíche na Temple University (Filadélfia, EUA) e mestrado em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). É doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Giuliana de Brito Sousa (ORCID)

Centro Universitário Unieuro

Arquiteta e Urbanista formada pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutora e Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (PPG-FAU-UnB). Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Unieuro. Pesquisadora de temas ligados a Paisagem, Ambiente e Sustentabilidade.

Gustavo de Luna Sales (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Arquiteto formado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre e doutor pela Universidade de Brasília. Professor do Departamento de Tecnologia da FAU/UnB. Pesquisador no grupo de simulação do ambiente construído (SiCAC/FAU/UnB), e desenvolvedor da ferramenta de análise da ventilação natural De-Vent.

Gustavo Zorzeto Bittencourt (ORCID)

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich - ETH Zurich

Engenheiro Civil formado pela Universidade de Brasília (UnB), foi bolsista da CAPES na École des Ponts ParisTech, em 2019, com pesquisas na área de modelagem paramétrica com a finalidade de propiciar edifícios mais verdes e eficientes.

Isabela Cristina da Silva Passos Tibúrcio (ORCID)

Universidade Federal de Alagoas - UFAL

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) com Doutorado na área de Ventilação Natural pela mesma instituição finalizado em 2017. Atualmente é professora adjunta na Universidade Federal de Alagoas, no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias em Rio Largo, Alagoas. Atua principalmente nos temas: desempenho térmico, ventilação natural e eficiência energética.

Jader de Sousa Freitas (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Estudante de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB). Possui interesse de atuação nas áreas de Arquitetura, Paisagismo, Urbanismo, sustentabilidade e desempenho energético na arquitetura.

Jamilson Alves De Sousa (ORCID)

Universidade Paulista - UNIP

Arquiteto e urbanista formado pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e mestrado pela Universidade de Brasília (UnB). Doutorando pela Universidade de Brasília (UnB). Professor Adjunto na Universidade Paulista (UNIP).

João Francisco Walter Costa (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Arquiteto e urbanista formado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU - UnB). Mestre e doutorando pela Universidade de Brasília (UnB). Membro do Laboratório de Controle Ambiental (LACAM - UnB). Realiza pesquisa na área de iluminação natural e materiais translúcidos e transparentes inovadores em edifícios não-residenciais.

Joára Cronemberger Ribeiro Silva (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Arquiteta pela Universidade de Brasília e doutora em Arquitetura e Construção pela Universidade Politécnica de Madri, Espanha. Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, desenvolve pesquisas relacionadas a estratégias de eficiência energética, sustentabilidade e integração de sistemas fotovoltaicos no ambiente construído.

Júlia Lima Adário (ORCID)

Fundação Presidente Antônio Carlos - FUPAC/UNIPAC

Arquiteta e Urbanista (2017), especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável - Reabilita - PPG-FAU-UnB (2018) e mestra pelo mesmo programa de pós-graduação (2021). Sócia do escritório de arquitetura Estúdio Emaná e docente no curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIPAC, Barbacena. Atualmente, assume as disciplinas de Conforto, Fundamentos da Arquitetura, Projeto e Concepção.

Júlia Teixeira Fernandes (ORCID)

Quali-A Conforto Ambiental e Eficiência Energética

Sócia da empresa Quali-A Conforto Ambiental e Eficiência Energética, é Arquiteta e Urbanista pela FAU-UnB (2000), Doutora e Mestre em Arquitetura, pela FAU-UnB (2012), com pesquisa nas áreas de Sustentabilidade, Bioclimatismo/ Conforto Ambiental/ Eficiência Energética e Qualidade de Projeto. Desde 2008, participa de pesquisas em Etiquetagem de Eficiência Energética das Edificações (PROCEL-EDIFICA) e da Pesquisa em Iluminação Natural (Eltrobrás/UFMG) do Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética (LACAM/ FAU/ UnB), dentro do âmbito da Comissão Internacional de Iluminação (CIE).

Juliana Andrade Borges de Sousa (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Arquiteta e Urbanista graduada pela Universidade de Brasília (UnB). Mestre em Paisagem, Ambiente e Sustentabilidade pela FAU/UnB. Doutoranda em Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade (FAU -UnB). Trabalhou como pesquisadora na área de conforto ambiental e eficiência energética em edificações no Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética (LACAM / FAU-UnB) do ano de 2010 até 2014. cursou 2 anos da graduação no Politécnico de Turim, na Itália (2007-2009). Foi professora do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Paulista (UNIP) de 2015 a 2022. Atua no mercado de consultoria em Conforto Ambiental desde 2011.

Juliana Oliveira Batista (ORCID)

Universidade Federal de Alagoas - UFAL

Arquiteta e urbanista formada pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), mestrado em Arquitetura e Urbanismo e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora dos cursos de graduação e pós-graduação da FAU/UFAL, atuando em ensino e pesquisa sobre conforto e desempenho térmico, eficiência energética e iluminação natural.

Kelen Almeida Dornelles (ORCID)

Universidade de São Paulo - USP

Engenheira Civil formada pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestrado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Doutorado em Engenharia Civil pela UNICAMP. Possui dois pós-doutorados pelo IAU-USP e foi professora visitante na Università degli Studi di Perugia, Itália. É professora RDIDP do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP). Possui Experiência acadêmica e profissional na área de Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia com ênfase em Desempenho Térmico de Edifícios, Conforto Térmico e Sustentabilidade no Ambiente Construído.

Livia de Oliveira Martins (ORCID)

TROPICUS Arquitetura

Arquiteta e Urbanista pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas - FAU/ UFAL. Doutora em Cidades: DEHA/UFAL, Bolsista CAPES. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado - DEHA/ UFAL. MBA em Construções Sustentáveis e Certificação Ambiental de Edificações pela Universidade Cidade de São Paulo - UNICID

Lorena S B Couto (ORCID)

Universidade de São Paulo - USP

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal do Piauí. Especialista em projeto Arquitetônico pelo Instituto de Pós-Graduação (IPOG), com foco em percepção do espaço e arquitetura comercial. Mestre em Arquitetura, Urbanismo pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, com foco em Conforto e Desempenho Térmico. Atualmente estudante de Doutorado do IAU-USP e professora do curso de Arquitetura e Urbanismo nas disciplinas de Conforto Ambiental e Projeto para faculdade particular da região de São Carlos.

Lucas Rosse Caldas (ORCID)

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Professor na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU UFRJ), Professor no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ/FAU/UFRJ) e no Programa de Engenharia Civil (PEC/COPPE/UFRJ). Professor no curso de Pós-graduação executiva em meio ambiente da COPPE/UFRJ. Doutor em Engenharia Civil (COPPE/UFRJ). Mestre em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (UnB). Especialista em Engenharia Diagnóstica na Universidade Cidade de São Paulo (UNICID). Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO) e Engenheiro Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Desenvolve pesquisas nas áreas de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), Avaliação de Desempenho de Sistemas Construtivos e Edificações, Materiais Sustentáveis, Gestão de Projetos de Edificações Sustentáveis, Eficiência Energética de Edificações, Building Information Modeling (BIM), Economia Circular, Edificações e Cidades Inteligentes.

Marta Adriana Bustos Romero (ORCID)

Universidade de Brasília - UnB

Professora Titular da Universidade de Brasília. Líder do Grupo de Pesquisa “A Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo”. Coordenadora do Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo – LaSUS. Coordenadora do Curso de Especialização a Distância Lato Sensu “Reabilita - Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística. Graduação pela Universidad de Chile e pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas; Especialização em Arquitetura na Escola de Engenharia da USP de São Carlos; Mestrado em Planejamento Urbano pela Universidade de Brasília; Doutorado em Arquitetura pela Universitat Politècnica de Catalunya; Pós-Doutorado em Landscape Architecture na PSU.

Milena Sampaio Cintra (ORCID)

Quali-A Conforto Ambiental e Eficiência Energética

Arquiteta e Urbanista formada pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e mestre pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo na Universidade de Brasília, na área de iluminação natural, tendo sua pesquisa contribuído para regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética para edifícios Residenciais (RTQ-R). Foi pesquisadora pela Eletrobras para estudos da Etiquetagem de Eficiência Energética das Edificações (PROCEL-EDIFICA), no Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (LACAM/ FAU/ UnB) por 6 anos. É sócia e Gerente técnica da empresa Quali-A Conforto Ambiental e Eficiência Energética (quali-a.com) desde 2013.

Raf Mariano Soares (ORCID)
Universidade de Brasília - UnB

Graduando em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Arquitetura e Urbanismo. Possui interesse em sustentabilidade e conforto térmico dos edifícios.

Rafael Barbosa Rios (ORCID)
Universidade de Brasília - UnB / RR Engenharia LTDA

Engenheiro Civil formado pelo UniCEUB, com graduação sanduíche pela Universidade de Toronto/CA (ex-bolsista CAPES), Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo PPGFAU/UnB e Pós-graduado em Auditoria, Avaliação e Perícia. Membro do Grupo de Pesquisa SiCAC. Sócio da RR Engenharia LTDA, onde atua na elaboração de laudos técnicos, consultoria e projetos.

Rejane Martins Viegas (ORCID)
Universidade de Brasília - UnB

Arquiteta e Urbanista; Doutoranda em Arquitetura na área de Conforto térmico/ Eficiência energética (UnB); Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade (UFMS); Pós-graduada em Gerenciamento de Obras; Pós-graduanda em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística; Pesquisadora do grupo ASHRAE Student Branch - Brasília; Pesquisadora do grupo em Simulação Computacional no Ambiente Construído (SiCAC- UnB - CNPq) na área de conforto térmico e eficiência energética; Pesquisadora do Laboratório de Sustentabilidade Aplicado a Arquitetura e ao Urbanismo (LaSUS-UnB).

Ricardo Prado Abreu Reis (ORCID)
Universidade Federal de Goiás - UFG

Engenheiro Civil Doutor, Professor do Departamento de Construção Civil da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás. Especialista em Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários, Conservação e Uso Racional de Águas, Sistemas de Drenagem na Fonte, Práticas LID (Low Impact Development), Construção Civil, além de Hidráulica e Saneamento.

Romildo Dias Toledo Filho (ORCID)
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Professor Titular do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências, Pesquisador 1A do CNPq e Cientista do Nosso Estado (CNE)-FAPERJ, possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (1983), mestrado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1986), doutorado em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro num programa sanduíche com o Imperial College-Londres (1997) e pós-doutorado na TU-Dresden, Alemanha.

Roberta Carolina Assunção Faria (ORCID)
Universidade de Brasília - UnB

Mestranda em arquitetura e urbanismo na UnB em tecnologia, ambiente e sustentabilidade. Trabalhou como consultora do Banco Interamericano de Desenvolvimento no projeto financiado pelo Global Environment Facility sobre mobilidade de baixo carbono no Brasil, e atualmente atua na divisão de Habitação e Desenvolvimento Urbano do BID nos temas de habitação de interesse social, sustentabilidade para HIS e gênero e cidades.

Vanda Alice Garcia Zanoni (ORCID)
Universidade de Brasília - UnB

Professora Doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de Brasília. Atua no PPGFAU vinculada às linhas de pesquisa “Tecnologia de Produção do Ambiente Construído” e “Patrimônio e Preservação”. Os temas de interesse “HBIM” e “Desempenho Higrotérmico” se expressam nos grupos de pesquisa “SiCAC” e “Documentação, modelagem e conservação do patrimônio”.

Veridiana Atanasio Scalco (ORCID)
**Janela Lab Soluções de Arquitetura /
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC**

Graduação em Arquitetura e Urbanismo (2003), Mestrado em Arquitetura (2006), Doutorado em Engenharia Civil (2010) e Pós-doutorado em Arquitetura e Urbanismo (2011 a 2015) pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é Professora do quadro permanente do PósARQ- Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFSC e Diretora Executiva do Janela Lab Soluções de Arquitetura Ltda.

Vinícius Henrique dos Anjos (ORCID)
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Formado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Amapá. Pesquisador das habitações indígenas no extremo norte da Amazônia.

As tipografias deste livro foram compostas em:
Newsreader (corpo do texto)
Petita (corpo do título)
Petita (títulos)
Coolvetica (capa e numeração)

A busca por espaços edificados mais sustentáveis é essencial para minimizar os impactos ambientais negativos das ações humanas, assim como adaptar às mudanças climáticas que já se encontram em curso. O emprego de estratégias bioclimáticas, inovações tecnológicas e o conhecimento de saberes tradicionais é fundamental para melhoria do ambiente construído, seja ele interno ou urbano. Para colaborar com a disseminação dessas práticas, em maio de 2020, pesquisadores do Grupo de Pesquisa em Simulação Computacional no Ambiente Construído (SiCAC) da Universidade de Brasília (UnB) iniciou uma série de 20 lives no Youtube com pesquisadores da área de diversas universidades e do mercado, o que serviu de embrião para o livro **“Dicas Bioclimáticas para um Projeto mais Sustentável”**. Este livro, gratuito e bilíngue, reúne 43 dicas com linguagem acessível e com ilustrações para facilitar o acesso dessas técnicas a todos os leitores. O livro está organizado em 7 eixos temáticos: clima urbano, iluminação natural, ventilação natural, térmico, energético, materiais e som e outros com o propósito de contribuir para a construção de um ambiente mais resiliente e sustentável.

