

SEB GRAMÁTICA ENT DA A02 EDIFICAÇÃO

Quente e Frio.

Estratégias Passivas em Arquitetura

SEB ENT A02

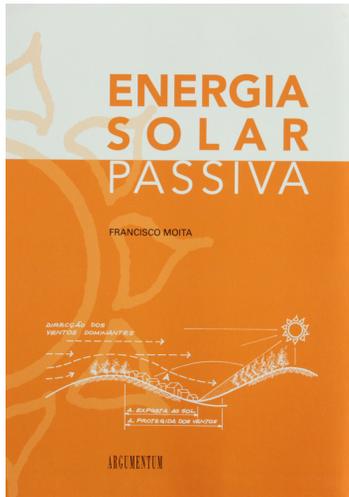
Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

SUMÁRIO

- _03 Revisão bibliográfica
- _05 Contexto físico solar
- _06 Conforto e energia
- _08 Carta psicrométrica
- _09 Energia solar passiva: introdução
- _11 Estratégias de Aquecimento
- _21 Estratégias de Arrefecimento
- _ 31 Bibliografia

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

Revisão bibliográfica



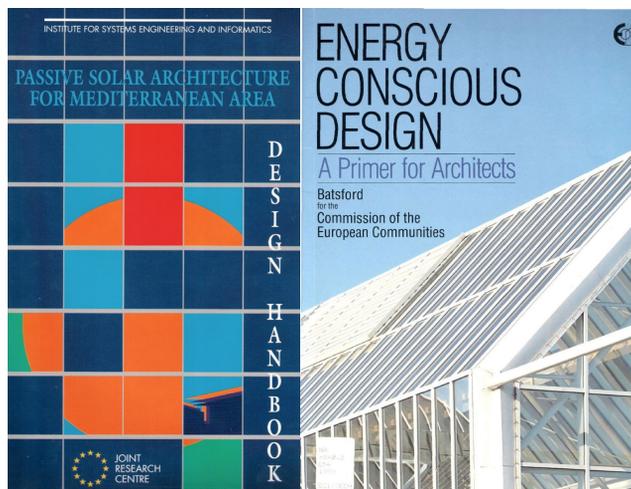
ENERGIA SOLAR PASSIVA

AUTOR: FRANCISCO MOITA
21,5 CM X 32 CM
224 PÁGINAS
ISBN 978-972-8479-73-2

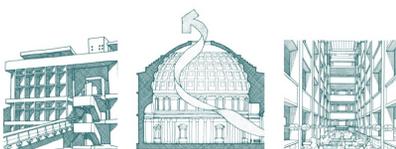
O livro ENERGIA SOLAR PASSIVA demonstra como a Natureza, neste caso o Sol – a principal fonte de energia da Terra! – pode ajudar a reduzir as necessidades energéticas diárias dos edifícios, permitindo o pleno desempenho das suas múltiplas funções.

A Primeira Parte deste livro apresenta ao leitor, os processos térmicos, as regras de construção e as tecnologias solar passivas mais aconselháveis para o nosso clima, a aplicar nos edifícios, com vista à optimização do conforto higratérmico e ao mínimo consumo de energia.

A Segunda Parte expõe, através de vários exemplos, um método simplificado de cálculo do contributo de energia solar passiva no aquecimento de edifícios, a que o leitor, mesmo sem conhecimentos muito aprofundados, pode recorrer num acto de consulta prática e expedita. Um livro técnico e pedagógico de fácil entendimento, indispensável para a formação profissional de técnicos e estudantes.



SUN, WIND, & LIGHT ARCHITECTURAL DESIGN STRATEGIES second edition

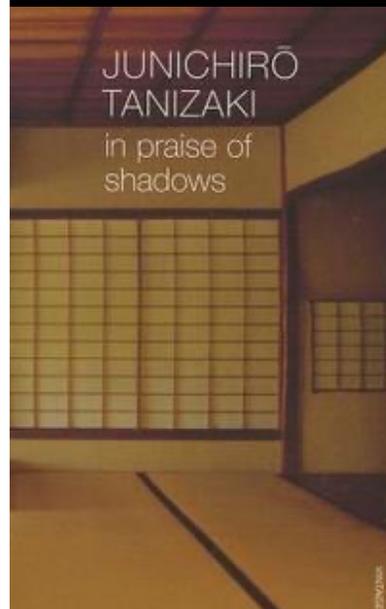
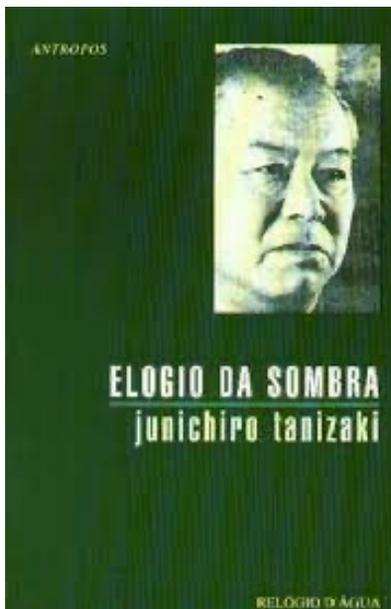
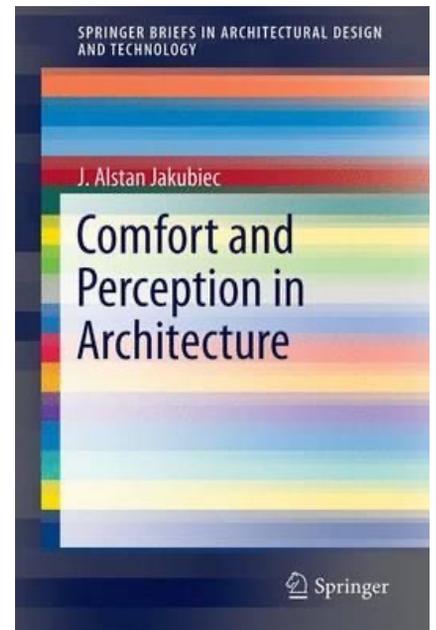
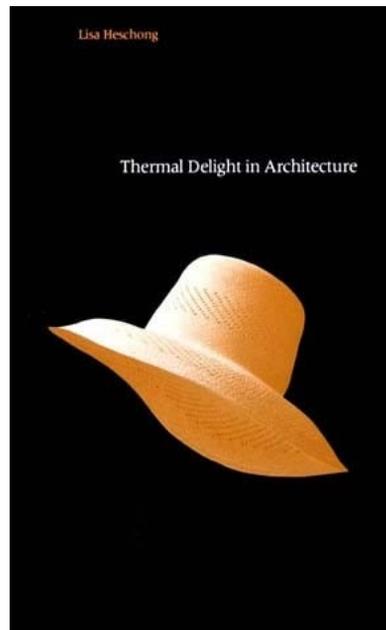


G. Z. Brown and Mark DeKay

Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas
MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura



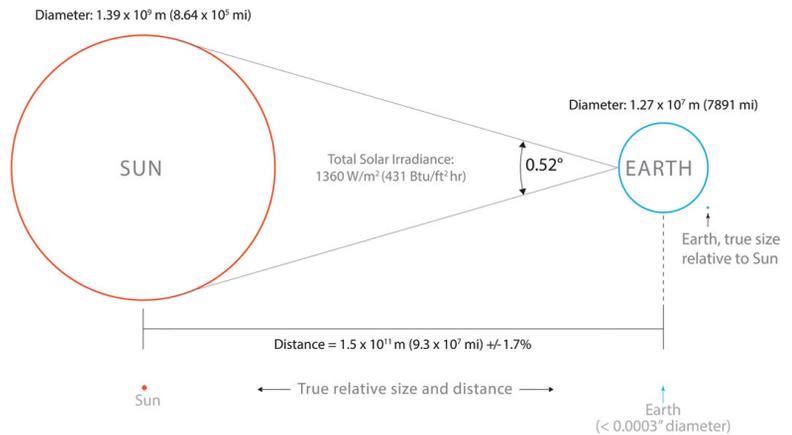
Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

CONTEXTO FÍSICO SOLAR

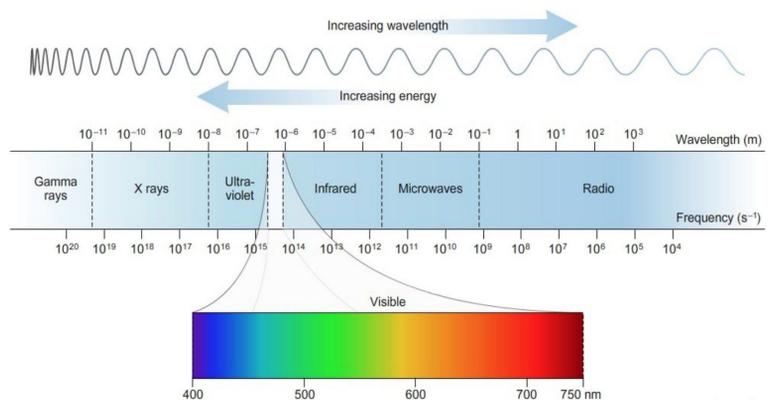


"Africa and Europe from a Million Miles Away"
Deep Space Climate Observatory, 2015 _ © NASA

Sol: 5500°C temperatura de superfície
6600 W/cm² energia irradiação



Sol: Radiação solar e composição da luz



Eliseu Gonçalves

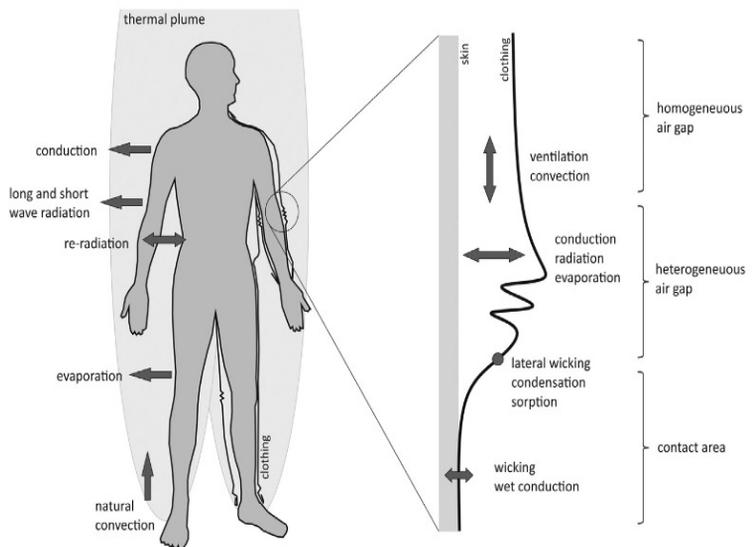
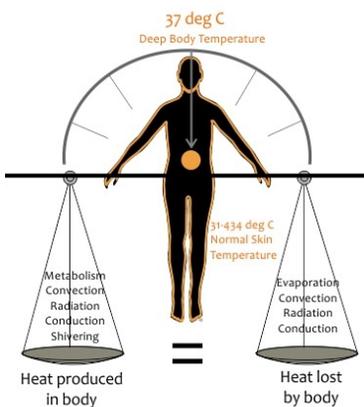
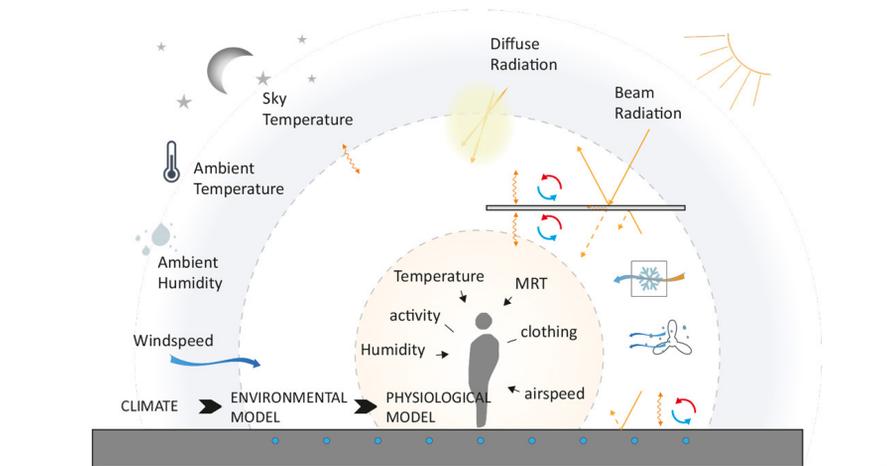
Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas
MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

CONFORTO E ENERGIA

O Homem é um animal homeotérmico. O corpo é mantido a uma temperatura interna sensivelmente constante: 36 a 37 graus centígrados. Limiar da sobrevivência: limite inferior – 32 C ; limite superior – 42 C.

Man is a homeothermic animal. The body is maintained at a roughly constant internal temperature: 36 to 37 degrees Celsius. Survival threshold: lower limit – 32 C ; upper limit – 42 C.

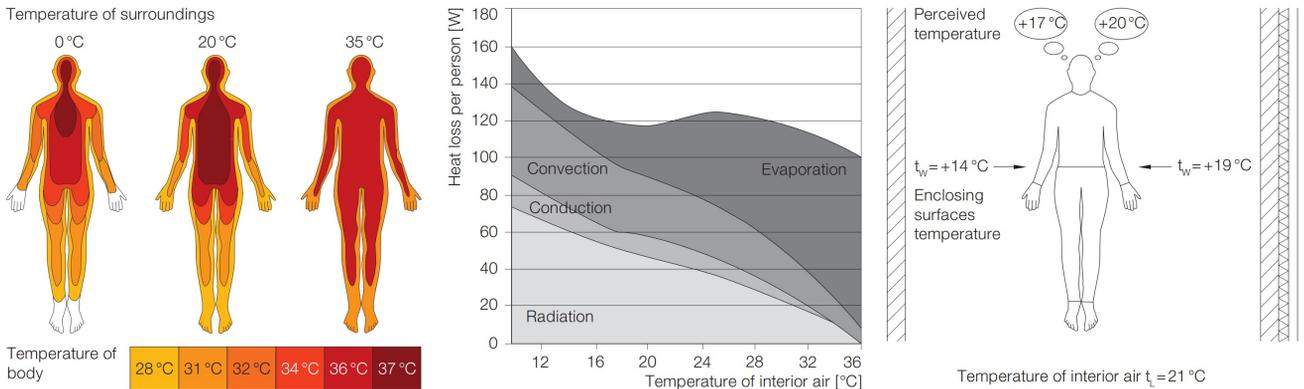


Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas
MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio.

Estratégias Passivas em Arquitetura



Conduction:

This is a flow of heat by direct contact. Heat travels from a warmer object toward a colder object.

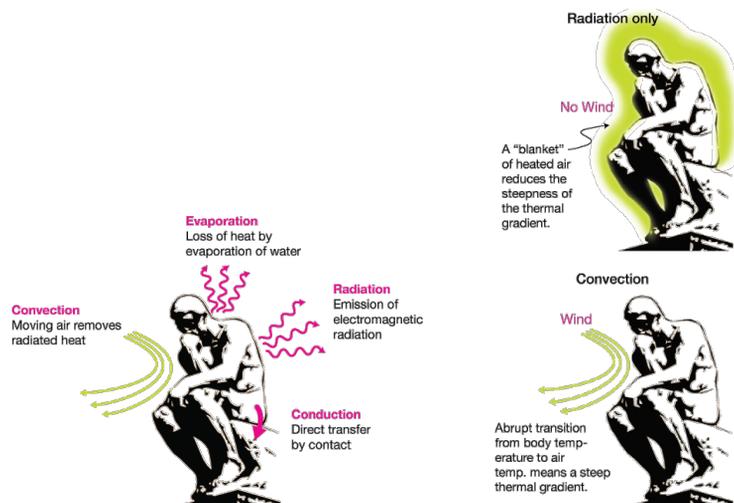
Convection:

This is a transfer of heat by mixing a fluid. Convection occurs within liquids and gases.

Radiation:

Radiation is the transfer of energy by electromagnetic radiation. Radiation does not require a medium in which the energy needs to transmit through.

Solar radiation warming the Earth's surface is an example. The radiation transfers from the sun through space and then strikes the Earth. All objects emit radiation. Colder objects emit longer wavelength radiation while warmer objects emit shorter wavelength radiation.

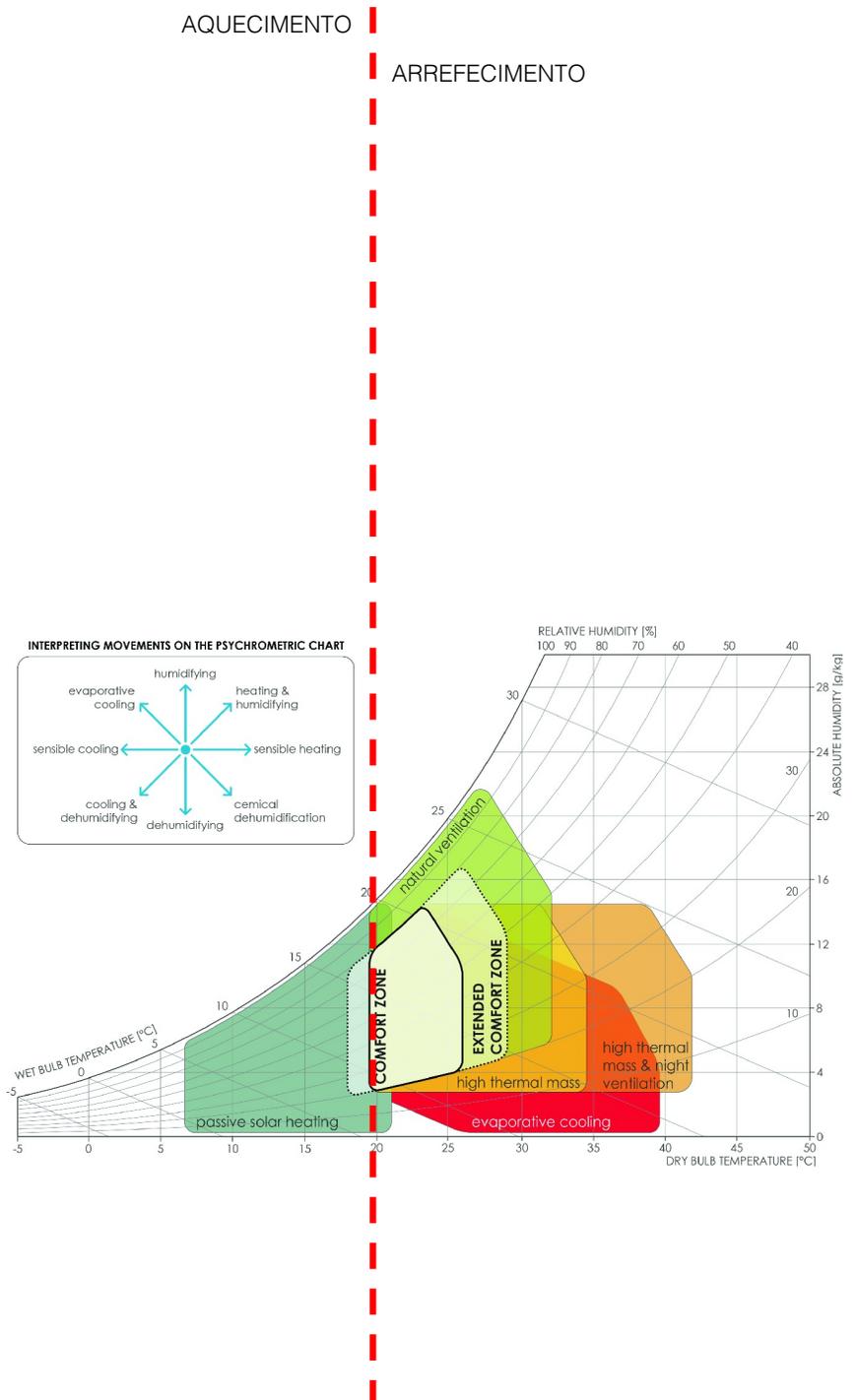


Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas
 MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

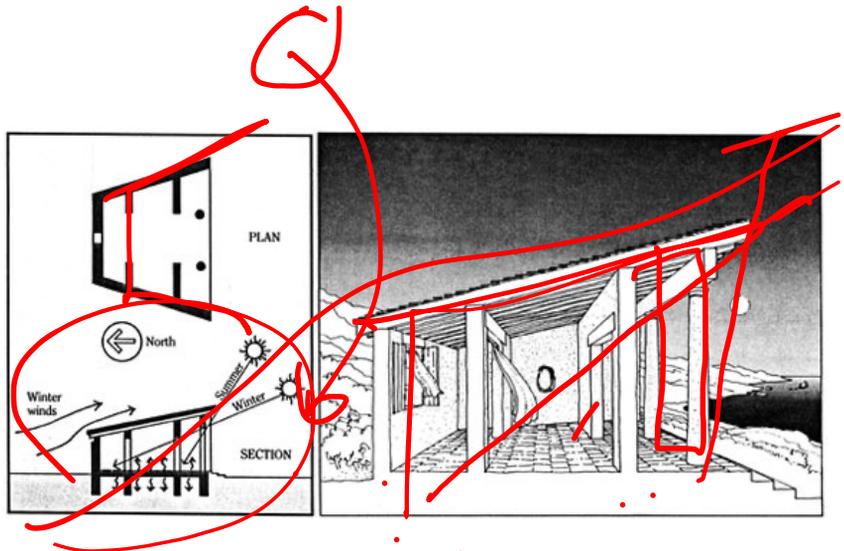
Carta Psicrométrica



Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

ENERGIA SOLAR PASSIVA: INTRODUÇÃO

Sistemas de transformação de potenciais energéticos existentes procedentes de fontes naturais de energia para aquecimento/arrefecimento de edifícios através de medidas projectuais, sem recurso essencial a tecnologia ativa.



MEGARON- arquetipo da casa passiva, segundo Sócrates (c. 450 a.c)

ΞΕΝΟΦΩΝΤΟΣ ΑΠΟΜΝΗΜΟΝΕΥΜΑΤΩΝ
ΒΙΒΛΙΑ Δ΄.

XENOPHON'S MEMORABILLA OF SOKRATES,

Translated from the Text

OF
RAPHAEL KÜHNER.

WITH NOTES AND PROLEGOMENA.

BY
GEORGE B. WHEELER, A.B.

Ex. ScA. Trin. Coll. Dub.

LONDON:

WILLIAM ALLAN, 13, PATERNOSTER ROW.

MDCCLXXVII.

134 THE MEMORABILLA.

hunger,* is bad for a fever; and that which is good for a fever, is bad for hunger; and frequently beauty, as respects swiftness in the race is a blemish with respect to wrestling, and beauty as regards wrestling is a blemish as regards swiftness: for all things are good and beautiful, in reference to their being admirably constituted: and evil and hideous, in reference to their being badly constituted.

8. And when he said, that those houses which were beautiful, were also useful, he appeared to me to teach us, what sort of houses we should build. He reasoned on the matter thus. Pray, if a man is likely to have a house such as it ought to be, ought he not to plan this, how it might be most useful, and most pleasant to live in? When this was acknowledged, he said: Is it not pleasant that it should be cold in summer, and pleasant that it should be warm in winter?

9. And when they used† to assent to this, he asked, In houses that face the south, does not the sun in winter time shine into the piazzas,‡ while in summer, proceeding over our heads, and above the roof, it affords a shade? Therefore, if it be right that this should be so, should we not build them more lofty towards the south, that the winter sun should not be debarred, but the portions towards the north we should build lower, that the cold winds might not blow upon it strongly?

10. But to speak briefly, where the owners during all seasons would most pleasantly retreat, and most safely store up his property, that would naturally be the pleasantest and most beautiful abode: but paintings and

* τὸ . . . λιποῦ ἀγαθόν, Scil. "food" as τὸ περιστῶ ἀγαθόν is "abstinence."

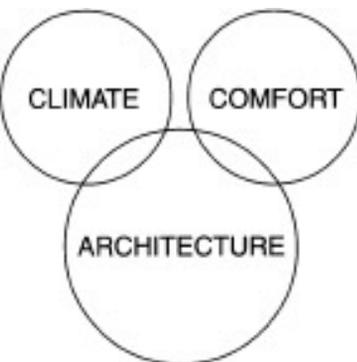
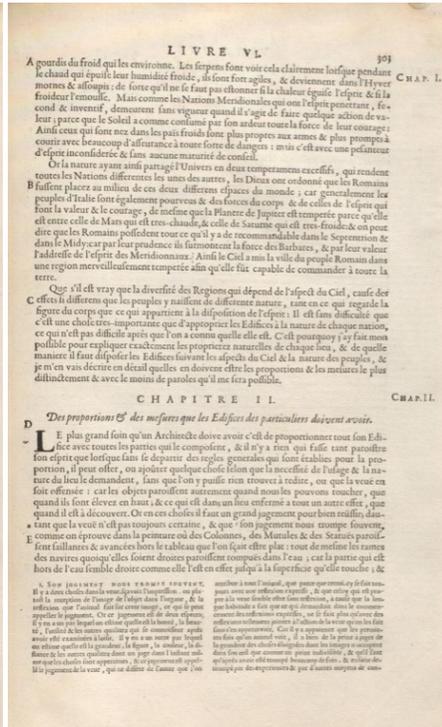
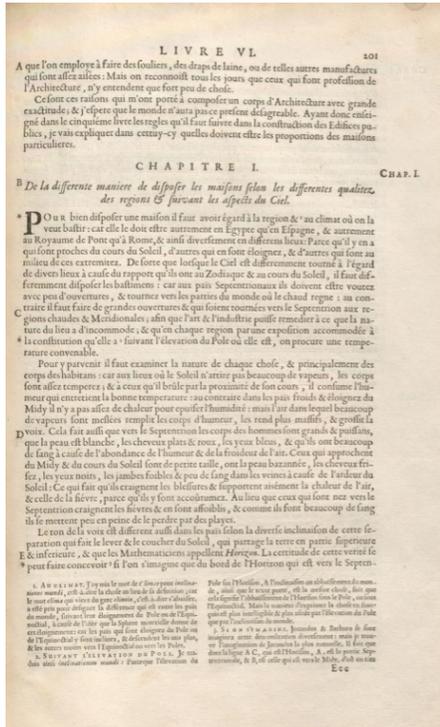
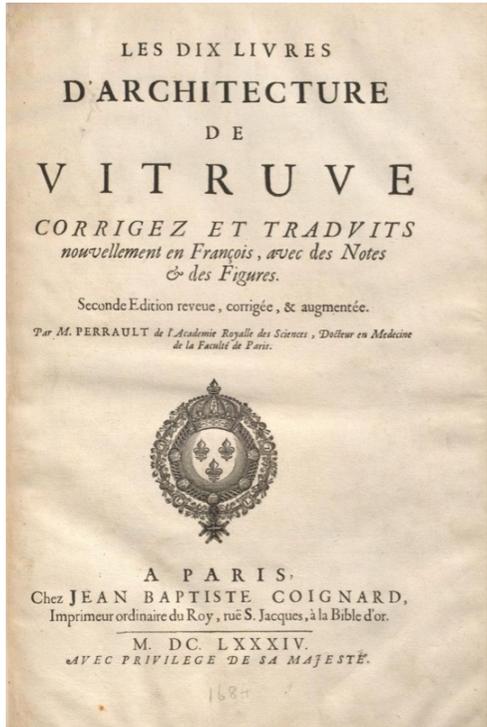
† Kühner considers by the use of the optative that Xenophon wished to indicate the constant habit of Sokrates in speaking of the construction of dwellings, &c.

‡ πρὸ ἡμῶν, Schneider thinks the πάσσαρος or περιστεροῦλος of the later Greeks to be the same as the Homeric αἰθήνας.

§ ἀντίς, i. e. dominus, domus possessor.

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

Marcus Vitruvius Pollio, Da architectura (sec.I AC)



Vitruvian Tripartite Model of Environment

Eliseu Gonçalves

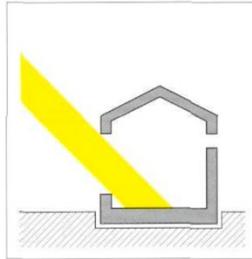
Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas

MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

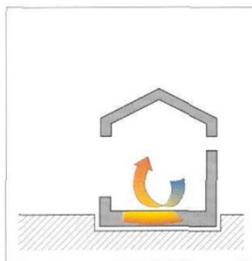
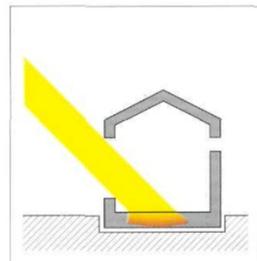
Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO AQUECIMENTO

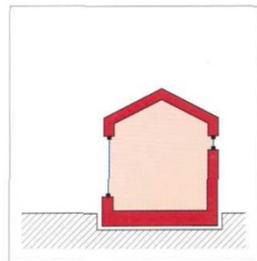
1. CAPTAÇÃO



2. ARMAZENAMENTO



3. DISTRIBUIÇÃO

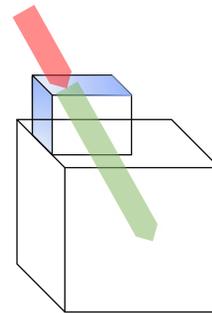
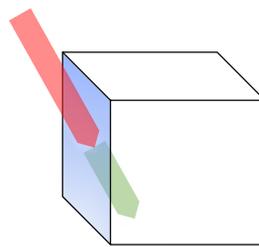


4. CONSERVAÇÃO

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

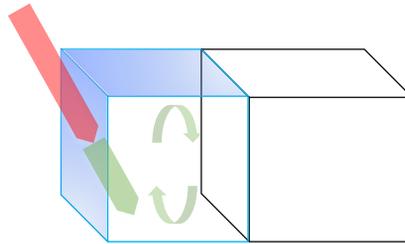
1. CAPTAÇÃO DE ENERGIA Classificação dos diversos sistemas

1.1. Captação directa simples (colector)



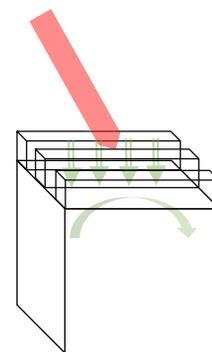
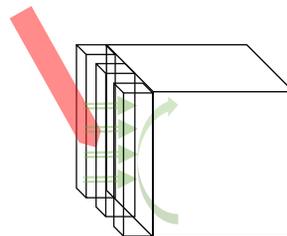
elementos transparentes

1.2. Captação directa com convecção (absorvedor)



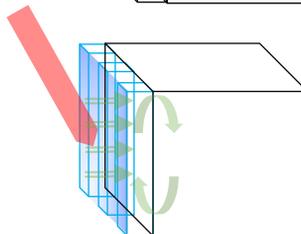
elementos transparentes

1.3. Captação retardada por acumulação (acumulador)



elementos opacos

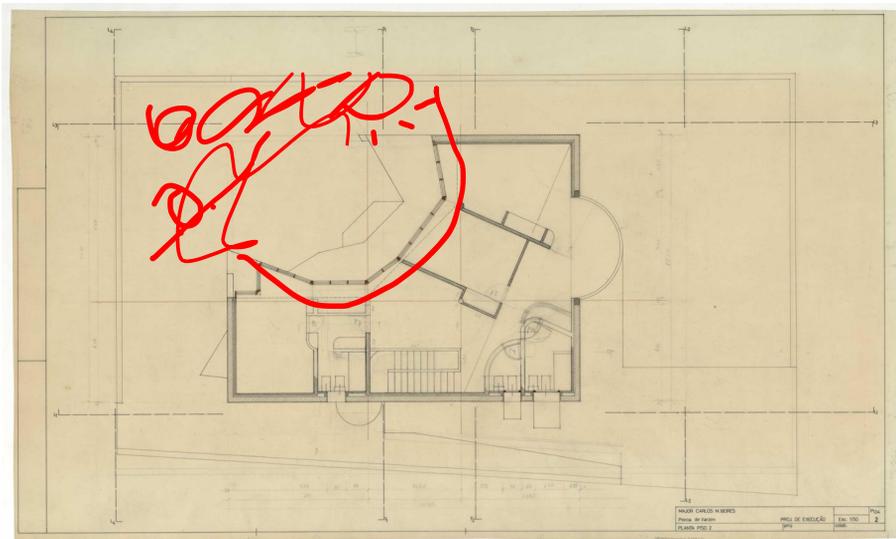
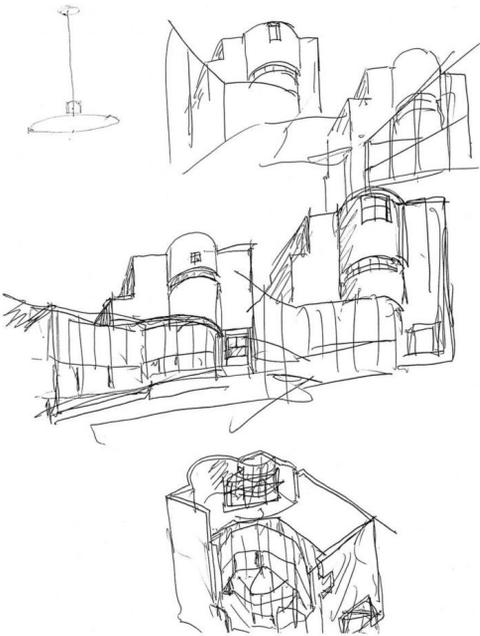
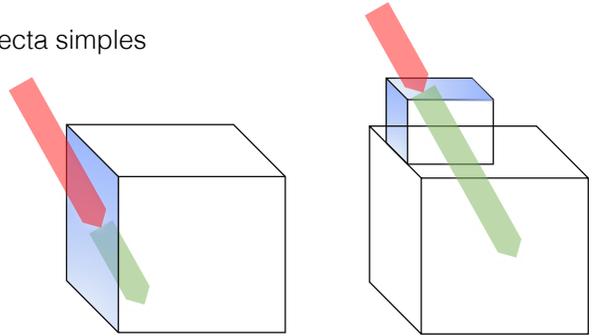
1.4. Captação retardada por acumulação através de convecção (acumulador)



elementos transparentes

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

1.1. Captação directa simples



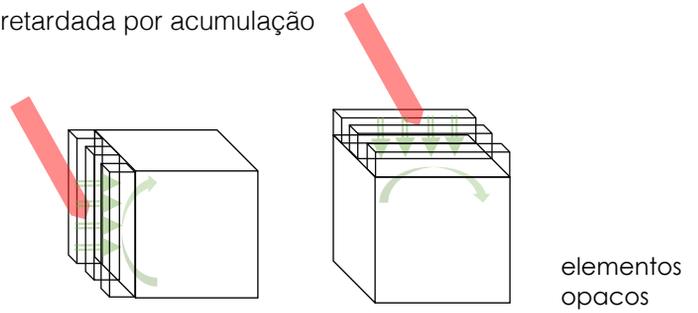
Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas

MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

1.3. Captação retardada por acumulação



Herbcenter Ricola, Laufen, Switzerland

RICOLA – LCA – EVALUATED
FAÇADE CONSTRUCTION

Massive clay façade
 $U_{res} = 1.7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

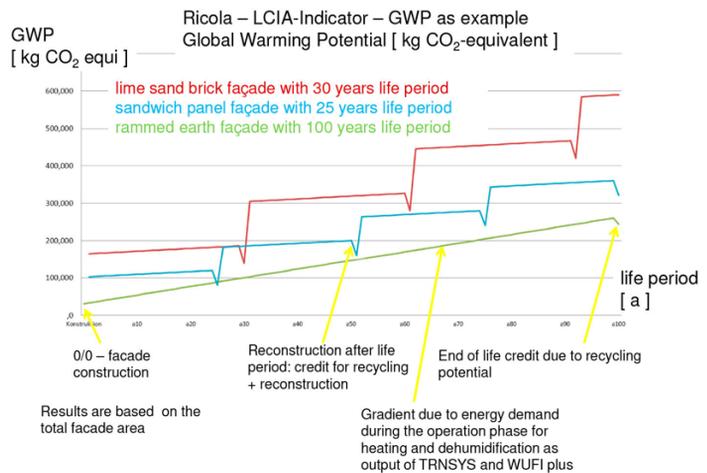
Lime sand brick façade
 $U_{res} = 0.5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
in compliance to the Swiss code

Sandwich panel façade
as light weight construction
 $U_{res} = 0.5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
in compliance to the Swiss code

Material / Façadennelemente	kg/m² Gesamtschwere Fassade
Stamplfensterfassade	
Lefhne	632.939
lehmhaltiger Mergel	182.441
Ausbaumaterial	698.018
Frassalkamentmörtel	56.876
Starkreissäge verzinnt	6.790
Haltfensiene zur Verankerung	1.449
Gesamtschwere Fassade	1.957.922
Kalksandziegelmauer	
Kunstharz-Beschichtung	1.148
Kalksandziegel	708.884
Dämmung (Stoßdämm)	9.345
Unterkonstruktion Stahl verzinkt	9.028
VHM Anstrich-Zink, Titanoxin-antibakteriell vorbereitet	23.628
Schutzfolie für VHM Anstrich-Zink	214.136
Gesamtschwere Fassade	784.287
Sandwichsystem mit PU-Kern	
Unterkonstruktion Stahl verzinkt	9.028
Lack	656
Stahl verzinkt	73.976
PU-Dämmung	4.832
Stahl verzinkt	18.606
Lack	656
Schutzfolie innen	212.311
Schutzfolie aussen	212.311
Gesamtschwere Fassade	333.796



Client Ricola AG GFA 150,694 ft² / 14,000 m² Architect Herzog & de Meuron Photos Iwan Baan



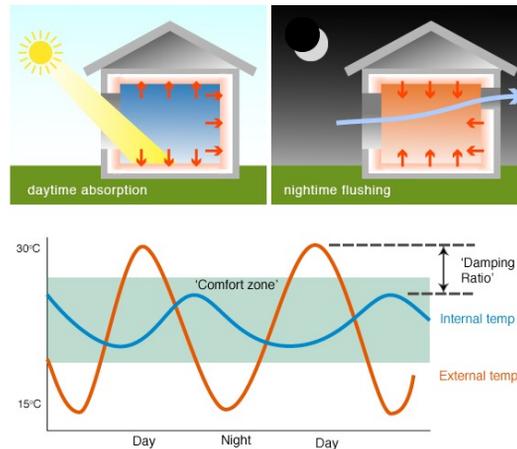
Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas
MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

Conceito de Inércia Térmica

Summer cooling



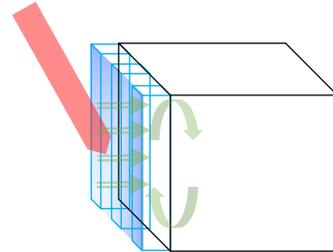
Como a massa térmica se distingue como uma ferramenta para o amortecimento de amplitudes térmicas, ela funciona melhor onde o calor excessivo se acumula e requer absorção e dissipação muito posterior. Por exemplo, onde o calor excessivo gerado pelo ganho solar é absorvido pela envolvente do edifício durante o dia ou quando o calor excessivo é gerado internamente (ex: alunos numa escola) e absorvido para emissão num espaço nocturno mais frio.

Onde os edifícios normalmente têm esse tipo de diferencial térmico, o uso da inércia térmica pode fazer muito sentido - mas onde há pouca variação (ex: habitação Passivhaus) o uso da massa térmica tornar-se menos vantajoso.

- Soluções construtivas com base na colocação de elementos pesados no exterior e mais leves no interior, separados por um material isolante, têm baixa capacidade de armazenamento de calor.
- Se o isolamento térmico é a capacidade de um material de deixar passar apenas uma parte do calor incidente sobre um lado da envolvente, a inércia térmica é a capacidade que a mesma tem de atrasar esse atravessamento, desfasando os picos.
- Quanto maior for a inércia térmica das paredes de um edifício, menor a variação térmica interior independentemente da capacidade de isolamento das mesmas.

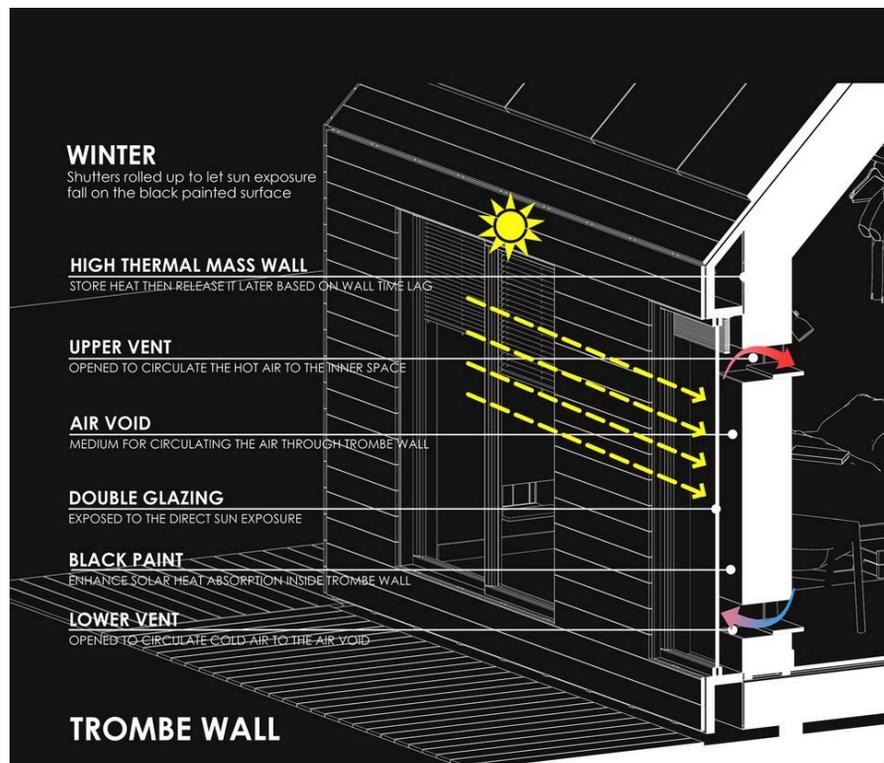
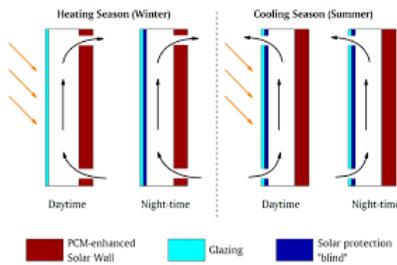
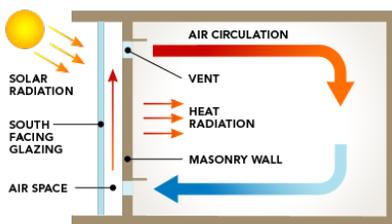
Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

1.4. Captação retardada por acumulação através de convecção



elementos transparentes

Parede de "Trombe"

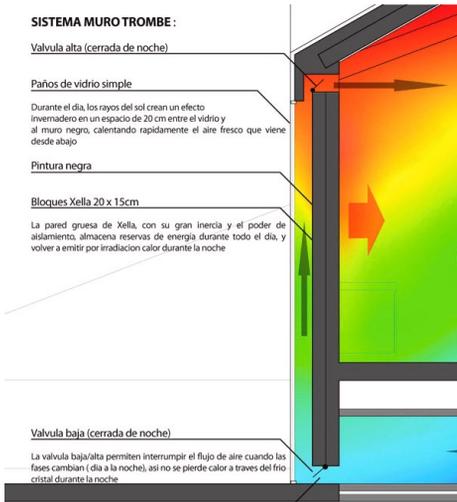


Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas

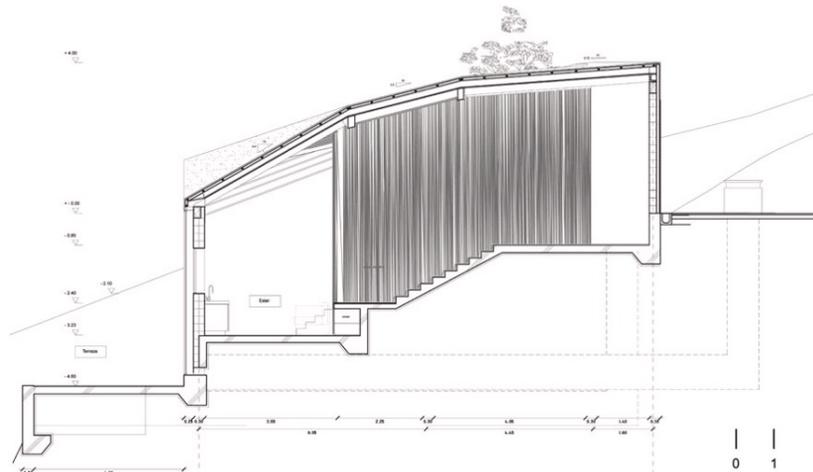
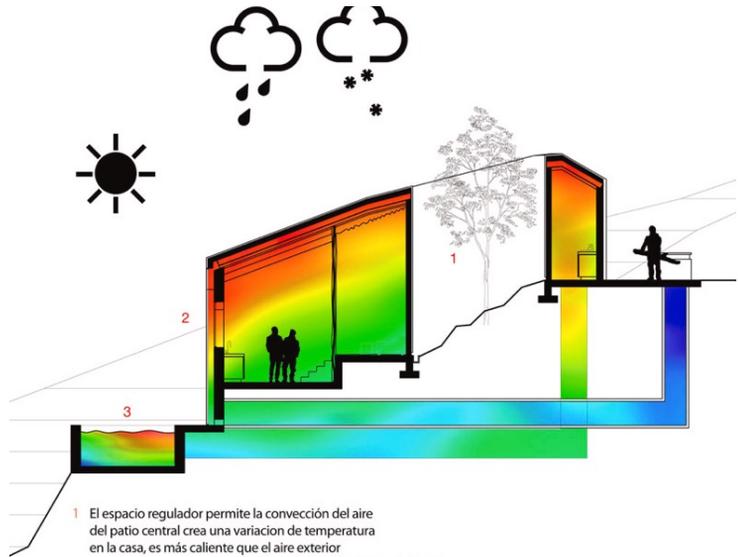
MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura



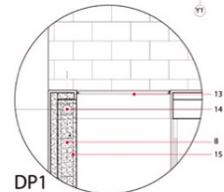
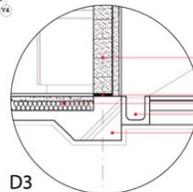
INGRESO DE AIRE FRESCO

El aire fresco exterior es suministrado a través de un ducto desde la fachada sur, viaja por el subsuelo para obtener un poco de calor a través de geotermia y desde el ducto de extracción de aire del interior de la vivienda.



Corte BB esc. 1:50

1. Muro de ventilación según dibujo.
2. Solución de piso según Zona climática P.
3. Terreno compactado.
4. Filtro antibacteriano contra la humedad.
5. Lasa de Fundación.
6. Aluminado rígido 12 cm espesor.
7. Saldadura 3 cm.
8. Balfusa arquitectural 30mm.
9. Drenaje horizontal más rejilla perforada.
10. Lasa de Fundación según dibujo.
11. Ventana proporcional, vidrio doble hermético DfH.
12. Pasado de barra en bloque helado.
13. Escalera helado o tensor horizontal.



Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas

MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio.

Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO AQUECIMENTO

Conservação do calor

Redução das perdas por transmissão

Perdas em termos de fluxo térmico através da envolvente exterior por irradiação, convecção e condução.

Elementos opacos e transparentes

Quando a radiação solar aquece uma superfície interior, o calor armazenado é libertado e aquece o ar do compartimento por convecção. À medida que o ar aquece sobe e é substituído por ar arrefecido.

Controle mecânico suplementar.

Redução de perdas por infiltração

Problemas de ventilação para renovação do ar.

Uso de diferenciais térmicos entre o interior e o exterior

Geotermia e zonas tampão.

Reduction of transmission losses

Losses in terms of thermal flow through the external envelope due to irradiation, convection and conduction.

Opaque and transparent elements

When solar radiation heats an interior surface, the stored heat is released and warms the air in the room by convection. As the air heats up it rises and is replaced by cooled air. Supplementary mechanical control.

Reduction of infiltration losses

Ventilation problems for air renewal.

Use of thermal differentials between inside and outside

Geothermal and buffer zones.

Quente e Frio.

Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO AQUECIMENTO

Distribuição do calor

Distribuição natural

O calor armazenado é transmitido por convecção ou irradiação.

A **convecção** ocorre quando a superfície do material é superior à do ambiente (emissão de radiação infra-vermelha acontece quando a superfície do material é mais alta que a superfície dos objectos vizinhos).

Vantagens no atraso de transmissão e a inércia térmica.

Se existir na parede um isolante térmico, cada parte da parede deve ser observada como tendo a sua própria inércia térmica.

Termocirculação

Quando a radiação solar aquece uma superfície interior, o calor armazenado é libertado e aquece o ar do compartimento por convecção. À medida que o ar aquece sobe, e é substituído por ar arrefecido.

Controle mecânico suplementar.

Natural distribution

The stored heat is transmitted by convection or radiation.

Convection occurs when the surface of the material is higher than the surroundings (emission of infrared radiation occurs when the surface of the material is higher than the surface of neighboring objects).

Advantages in transmission delay and thermal inertia.

If there is thermal insulation on the wall, each part of the wall must be observed as having its own thermal inertia.

Thermocirculation

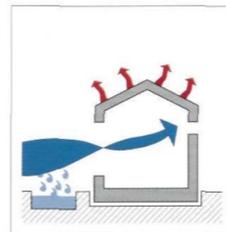
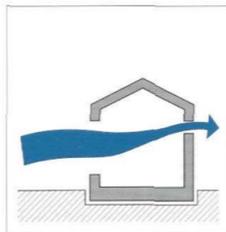
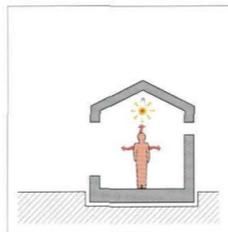
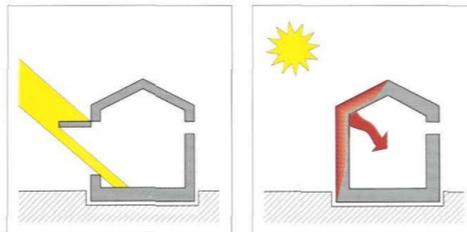
When solar radiation heats an interior surface, the stored heat is released and warms the air in the room by convection. As the air heats up it rises and is replaced by cooled air.

Supplementary mechanical control.

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ARREFECIMENTO

1. CONTROLO SOLAR 2. GANHOS EXTERNOS



3. GANHOS INTERNOS

4. VENTILAÇÃO

5. ARREFECIMENTO NATURA

Quente e Frio.

Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

ARREFECIMENTO

1. Controlo solar / Solar control

Sombreamentos/ Shaders

Elementos fixos ou móveis. Brise-soleils, lâminas ou telas / Fixed or movable elements. Brise-soleils, blades or screens

Envidraçados especiais / Special glazing

Vidros com filtros, serigrafados, duplos ou triplos/ Glasses with filters, screen-printed, double or triple.

Sombreamento de objectos externos

Construções vizinhas, vegetação ou topografia/ Neighboring buildings, vegetation or topography.

Este projeto foi apresentado no concurso internacional PLEA - Passive and Low Energy Architecture Design Competition - 1988. São edifícios de habitação coletiva, climaticamente adequados, de baixo custo, inseridos num loteamento. A otimização térmica dos edifícios baseia-se, essencialmente, na orientação solar dos volumes, na sua compartimentação interior e no sistema construtivo adotado. (extrato da Memória Descritiva)

Habitação em Gondifelos -
Famalicão, 1989-97
José Gigante + J. A. Rocha,



Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas
MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio.

Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO
ARREFECIMENTO

2. Ganhos externos/ External thermal gains

Ganhos por transmissão/ Gains through thermal transmission

Prever o fluxo térmico contrário à estratégia de aquecimento.
Predict the heat flow contrary to the heating strategy.

Inércia térmica/ Thermal Inertia

Retardamento e desfasamento térmico relativamente ao movimento solar diário – dia/noite.
Delay and thermal lag in relation to daily solar movement – day/night

Reflexão/ Reflection of solar radiation

Uso da cor e textura. O caso da dupla cobertura.
Use of color and texture. Double roof case.

Quente e Frio.

Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ARREFECIMENTO

2. Ganhos externos/ External thermal gains

TROCAS TÉRMICAS

(COEFICIENTE DE EXPANSÃO TÉRMICA/ THERMAL EXPANSION COEFFICIENT)

(Medida do movimento de um material – retração vs dilatação)

(RESISTÊNCIA TÉRMICA/ THERMAL RESISTANCE)

Resistência térmica de um elemento de faces planas e paralelas é a **resistência que esse elemento oferece à passagem de calor**, na direção perpendicular às suas faces, por unidade de tempo e de superfície, quando sujeito a um gradiente de temperatura unitário.

(unidade = m²C/W ou m²K/W)

Thermal resistance of an element with flat and parallel faces is the resistance that this element offers to the passage of heat, in the direction perpendicular to its faces, per unit of time and surface area, when subjected to a unitary temperature gradient.

(CONDUTIBILIDADE TÉRMICA/ THERMAL CONDUCTIVITY)

A condutibilidade térmica dá-se sempre que exista uma diferença de temperaturas, dentro de um corpo numa direção determinada.

Thermal conductivity occurs whenever there is a temperature difference within a body in a specific direction.

O movimento térmico das moléculas originará uma **transferência orientada de energia sob a forma de calor**.

The thermal movement of the molecules will give rise to a oriented transfer of energy in the form of heat.

É inversa da Resistência Térmica (unidade = W/m². K ; W/m². °C)

Inverse of Thermal Resistance

Quente e Frio.

Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

ARREFECIMENTO

3. Ganhos internos/ Internal thermal gains

Reduzir Iluminação artificial

Reduzir Equipamento eléctrico

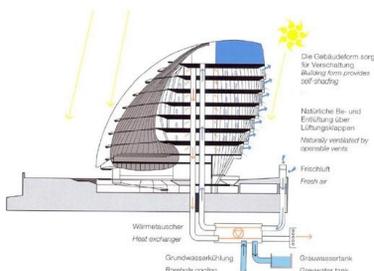
Gerir Ocupantes



4. Ventilação/ Ventilation

Efeito do gradiente térmico

Termocirculação e efeito de chaminé. Pode ser instalado fazendo o sol incidir sobre determinada superfície, associado ou não a uma estufa. Jogando com zonas exteriores de sombra e correntes de ar.



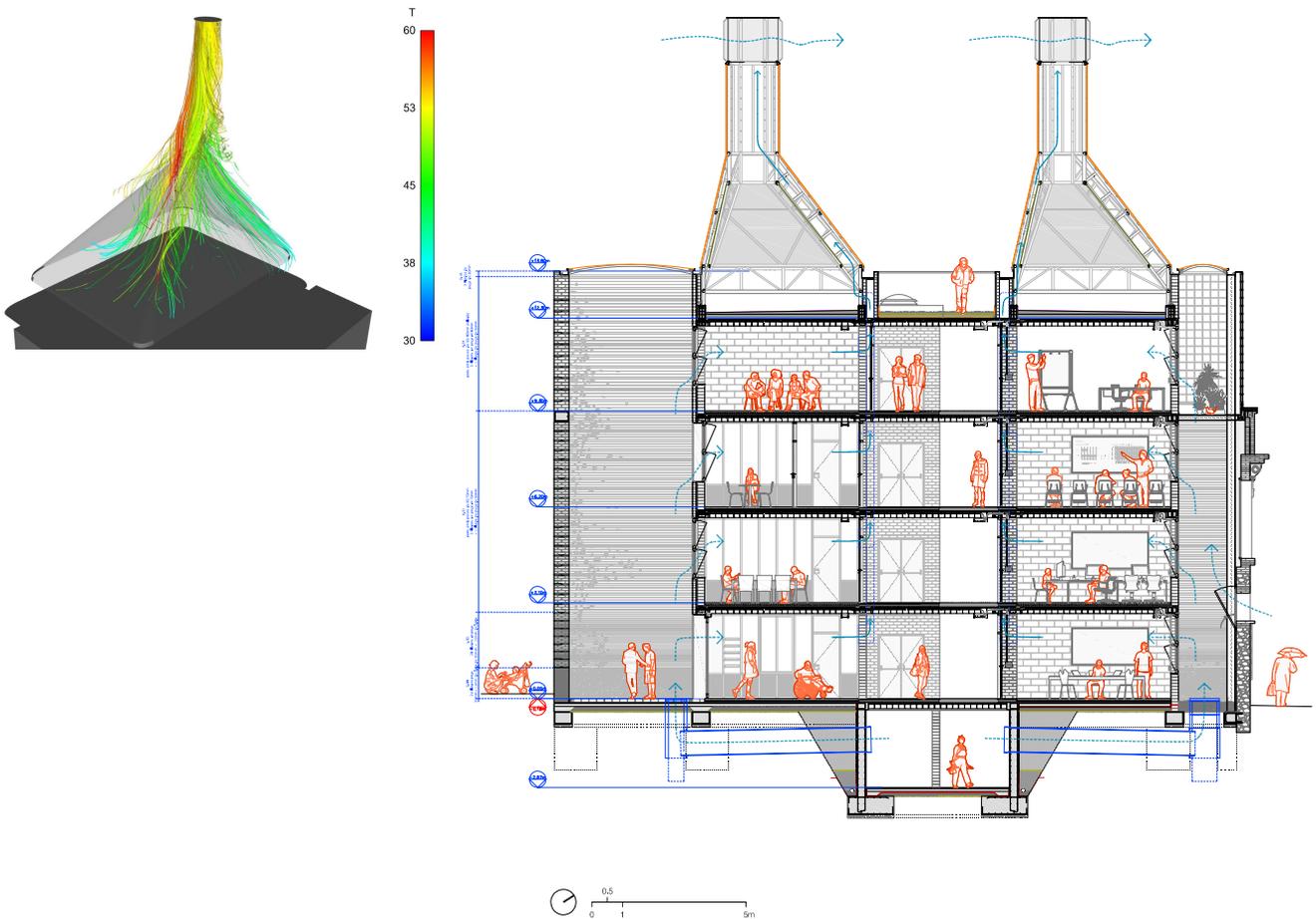
Pressão do vento

Efeito sobre elementos, fachadas e coberturas. Efeito de Venturi nas chaminés.

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ARREFECIMENTO

Efeito do gradiente térmico



Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO
ARREFECIMENTO

5. Arrefecimento natural

Percepção do nível de arrefecimento

Noção relativa de conforto

Arrefecimento por infiltração de ar

POR EVAPORAÇÃO

POR USO DO SUBSOLO

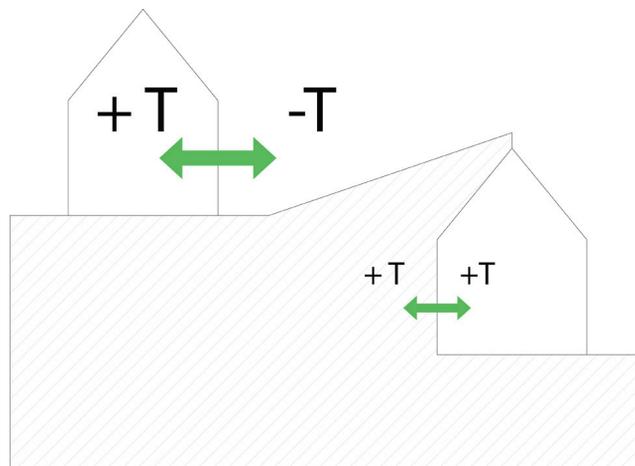
Arrefecimento da envolvente exterior

IIRRADIAÇÃO NOCTURNA

VENTILAÇÃO CRUZADA

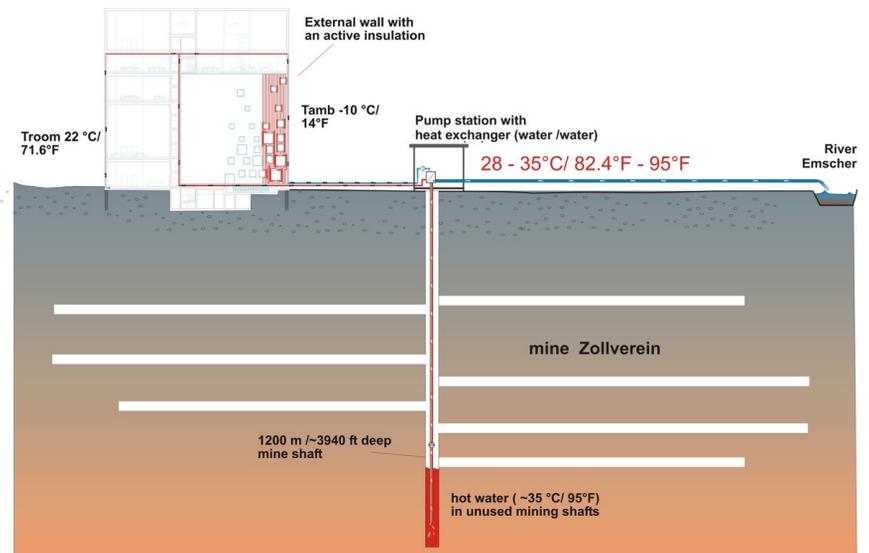
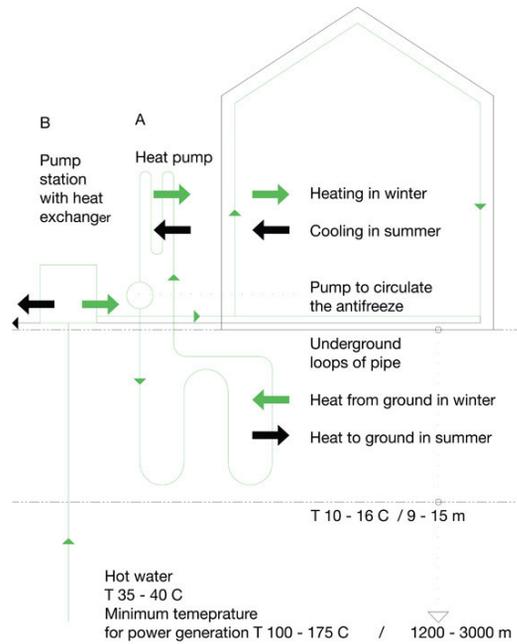
Diferencial térmico

INFILTRAÇÃO DE AR FRESCO



Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ARREFECIMENTO



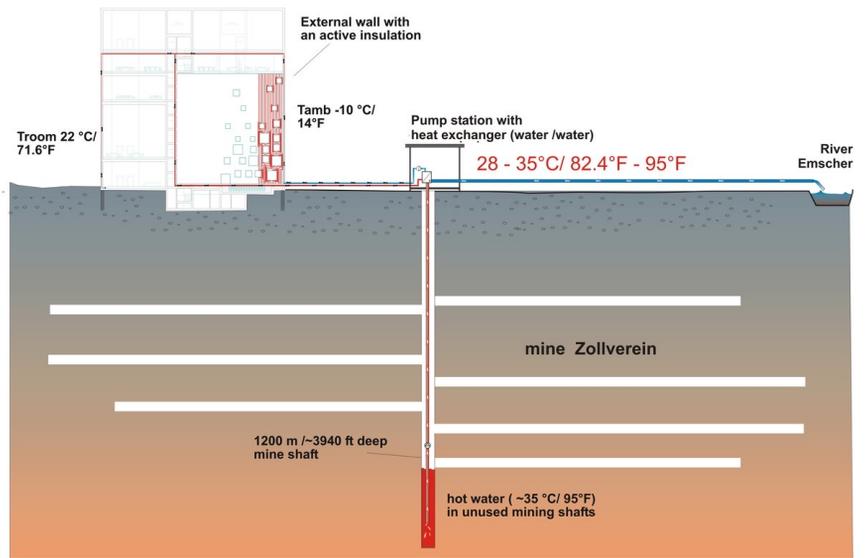
Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas

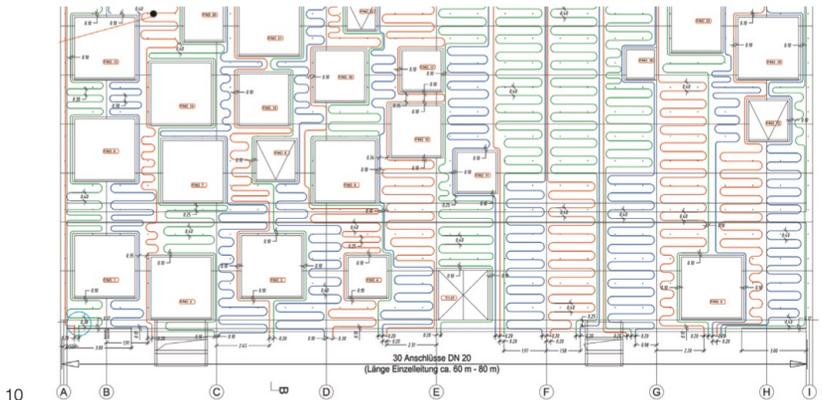
MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ARREFECIMENTO



9



10

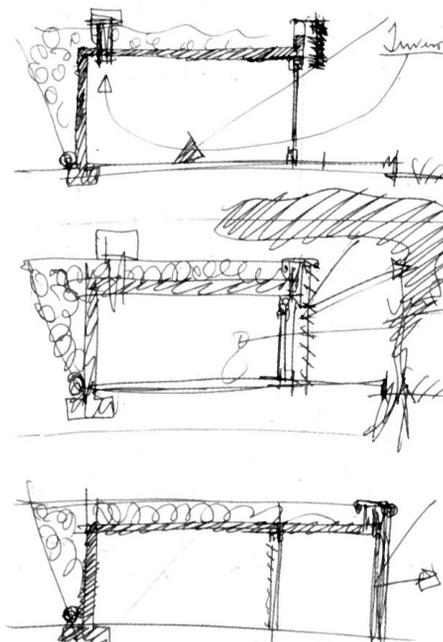
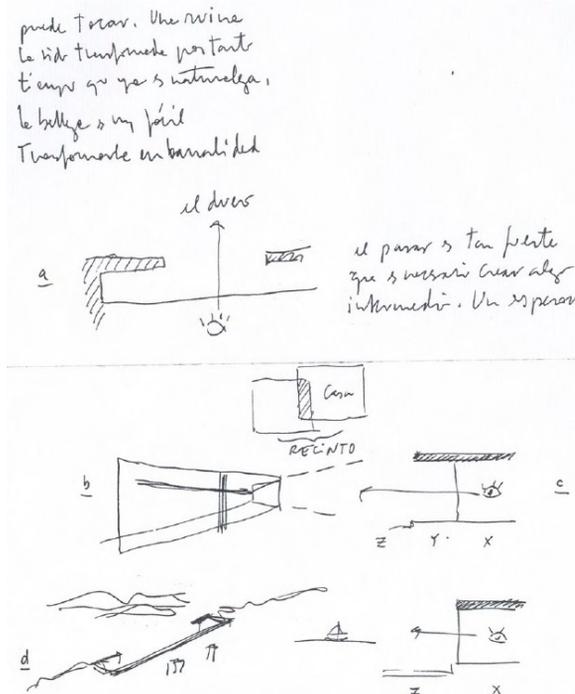
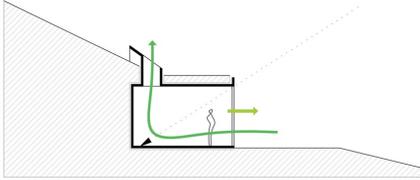
Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas

MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

SISTEMAS PASSIVOS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ARREFECIMENTO



Eliseu Gonçalves

Sebenta com matérias organizadas para apoio às aulas

MIArq | UC Arquitectura, Energia e Clima | 2019

Quente e Frio. Estratégias Passivas em Arquitetura

BIBLIOGRAFIA

_WACHBERGER, Michael, Construir com o sol. Utilização da energia solar passiva. Barcelona: Gustavo Gili, 1984

_YÁÑEZ, Guillermo, Arquitectura solar. Aspectos passivos, bioclimatismo e iluminação natural. Madrid: Centro de Publicaciones MOPU, 1988

_CORNOLDI, Adriano, LOS, Sergio, Hábitat y energia. Barcelona: Gustavo Gili, 1982

_EDWARDS, Brian - Sustainable architecture : european directives & building design. 2nd ed . Oxford : Architectural Press, 1999.

_GONZALO, Roberto - Passive house design : planning and design of energy-efficient buildings. Munich : Institut für Internationale Architektur-Dokumentation GmbH, 2016

_OLGYAY, Victor - Arquitectura y clima : manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 2ª ed . Barcelona : Gustavo Gili, 2002

_MOITA, Francisco - Energia solar passiva. Lisboa : Imprensa Nacional-Casa da Moeda, [Cop. 1987-1988]

_HERZOG, Thomas - Facade construction manual. Basel : Birkhauser, 2004

_ALLEN, Edward - How buildings work : the natural order of architecture. New York : OUP, 1995

_MANFRED, Hegger e outros; Energy Manual. Sustainable Architecture, Birkhauser, 2008

_RIBA; Principles Of Low Carbon Design and Refurbishment, RIBA, 2017

_RIBA; Low carbon design tools, RIBA, 2009

_www.architecture.com/climatechange

_https://en.climate-data.org/europa/portugal/

_www.meteoblue.com/pt/tempo/previsao/modelclimate/

_http://portaldoclima.pt/pt/

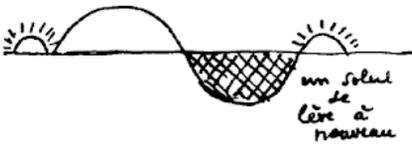
_https://solargis.info/imaps

_https://energyplus.net/weather

_http://climate.onebuilding.org/WMO_Region_6_Europe

Les 24 heures Solaires

un soleil
à
lève



Si la totalité des conditions
nécessaires et suffisantes n'est
pas acquise, il y a déséquilibre,
insuffisance — malheur chaque
jour et... toute la vie !