

## Módulo 1

### Sessão 1.1 - Abertura

Ordem dos Arquitetos - Secção Regional dos Açores

## Desafios energéticos e climáticos globais e locais no ambiente construído

2 novembro 2023

Joana Mourão (Arq)



GOVERNO  
DOS AÇORES

Secretaria Regional do Ambiente  
e Alterações Climáticas



Interreg



MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial



1



GOVERNO  
DOS AÇORES

Secretaria Regional do Ambiente  
e Alterações Climáticas



Interreg



MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial



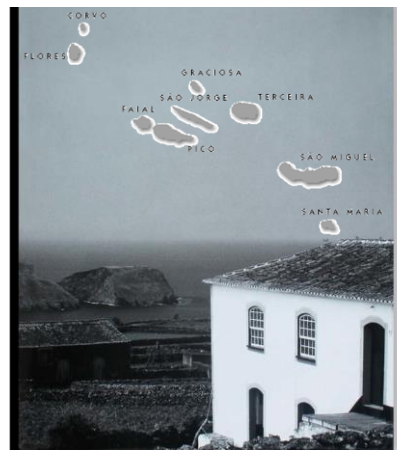
## Breve apresentação do curso ABEEAZ



2

## Objetivos

- apresentar princípios de **ecologia do ambiente construído**
- acompanhar a latente mudança de paradigma decorrente da **mudança climática**
- motivar respostas disciplinares inovadoras no âmbito da **"arquitetura ecológica"**, relacionadas com os recursos endógenos dos Açores
- disseminar conhecimento sobre arquitetura bioclimática e eficiência energética e inovação neste campo, **viável nos Açores**



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

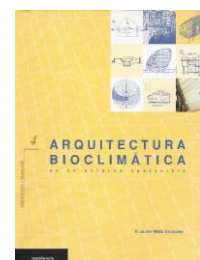
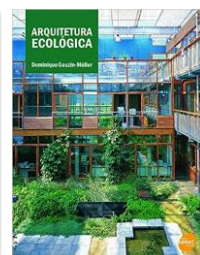
Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

3

3

## Temas

- **Sustentabilidade** do ambiente construído: O que significa?
- **Ecologia** do ambiente construído e respostas climáticas
- Princípios de **Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética**
- Arquitetura bioclimática aplicada ao clima dos Açores
- Eficiência energética regulamentar e inovação nos Açores
- Ciclo de vida e emissões de carbono na construção



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

4

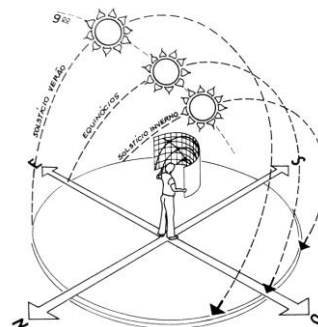
4

## Módulo 1 (2 a 11 novembro)

### Princípios Gerais de Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética

1. Desafios energéticos e climáticos globais e locais para o ambiente construído
2. Introdução ao Projeto Bioclimático: visão global
3. Princípios de Arquitetura bioclimática, conforto ambiental e casos de referência
4. A aplicação do conceito de NZEB na RA Açores – passado e presente

### Fórum Economia Circular em Edifícios – Intenção ou realidade?



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

5

5

## Módulo 2 (16 a 25 novembro)

### Aplicação da Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

1. Projeto bioclimático nos Açores, na era digital: da teoria à prática para arquitetos
2. Arquitetura, contexto ambiental, clima, recursos e construção nos Açores
3. Suficiência e eficiência energética nos edifícios nos Açores
4. Emissões de gases de efeito de estufa associadas à construção nova e reabilitação\*

### Fórum Ecologia e Arquitetura nos Açores - duas faces da mesma moeda?

\*alteração de hora para 16h-18h30



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

6

6

## Formandos

- Municípios / Administração
- Gabinetes / Ateliers
- Universidades/ Investigação
- Proveniência RAA e experiência em sustentabilidade ou resposta climática



## Avaliação

Trabalho individual consistindo na avaliação sumária da sustentabilidade ambiental e climática de um edifício ou espaço existente na RAA à escolha por cada formando ou a partir dos casos de estudo da formação (3 a 5 páginas + imagens)

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

7

7

## SESSÃO 1.1

- Apresentação do curso
- Habitat, clima e energia no *Antropoceno*
- A dupla resposta climática no ambiente construído
- As condições de sustentabilidade, exemplos e metodologia
- Princípios de Edificação Sustentável para Recursos ambientais chave



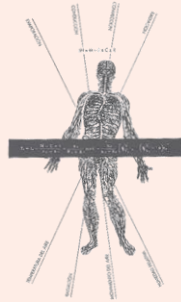
2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

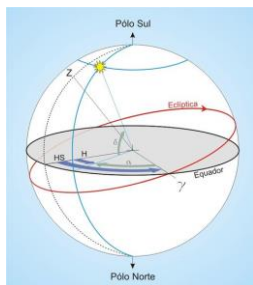
8

8

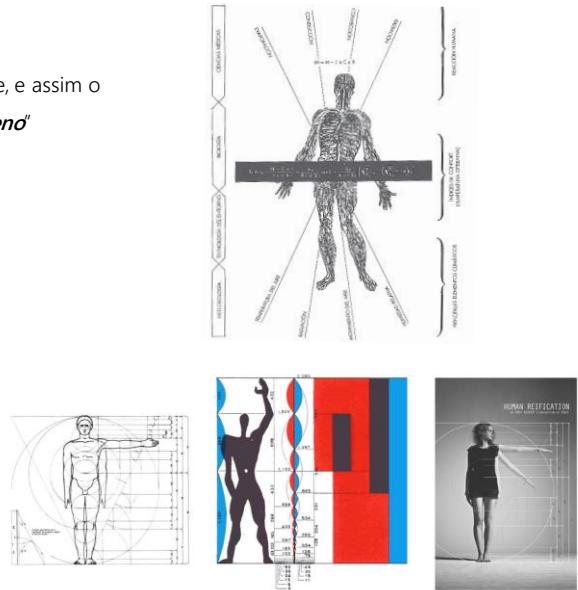
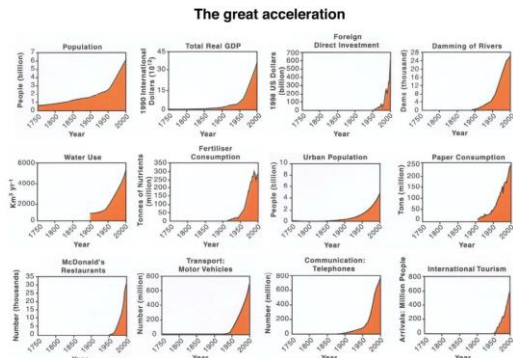
## Habitat, Clima e Energia no Antropoceno



Fora do período pequeno da história geológica em que estamos (o Antropoceno) a Arquitetura é gerada em relação com o **Sol, o Clima, a Energia e a Biosfera** como fonte de recursos



A arquitetura desliga-se do clima e da energia quando pode, e assim o fez pelo menos desde 1950 – quando começa o “*Antropoceno*”



Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

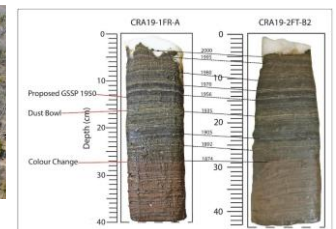
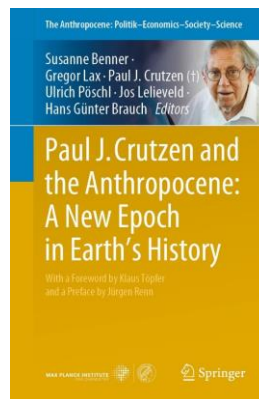
11

11

A Terra mudou tão dramaticamente que uma nova época, *O Antropoceno*, deve ser designada.

Vestígios químicos da precipitação documentam a acumulação de carbono na atmosfera, e outras formas de degradação ambiental, mais expressivas a partir de 1950

Este novo consenso pode significar uma *rutura epistemológica* - Os limites do crescimento económico podem impor uma rutura.



Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

12

12



## Ainda vamos a tempo de agir

O primeiro relatório do sexto ciclo de avaliação, publicado em Agosto de 2021, foi totalmente **dedicado às provas científicas sobre as alterações climáticas**, e trouxe provas ainda mais contundentes de que a humanidade está a influenciar o **clima** e a tornar a sua própria vida no planeta cada vez mais difícil. As projecções foram de aumento da temperatura global e de outros fenómenos a ela associados, tornando-se mais evidente que isto está a acontecer mais depressa e com mais intensidade do que era previsto.

## A mitigação funciona, mas ainda não estamos lá

O terceiro relatório do IPCC, publicado em Abril de 2022, **dedicado à mitigação** – a redução de emissões de **gases com efeito de estufa** –, revelou que entre 2010 e 2019 as emissões de gases com efeito de estufa estiveram “no seu nível máximo na história dos humanos”. “Não estamos no caminho”, alerta o cientista Raphael Slade, do Imperial College London, membro do grupo de trabalho III que produziu o relatório. A boa notícia: as emissões estão a aumentar a um ritmo mais lento.

© in PUBLICO, 2023

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

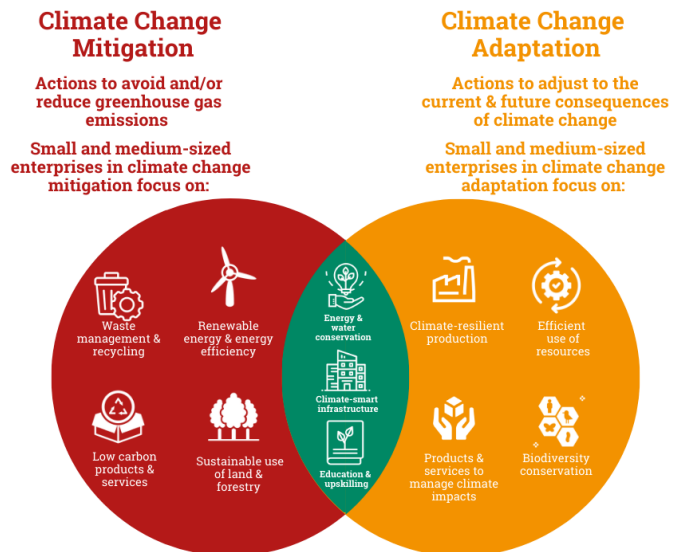
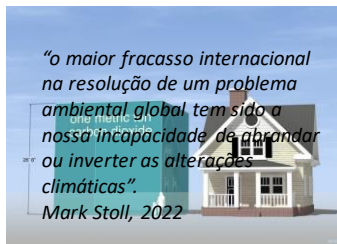
Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

13

## Há limites para a adaptação

O segundo relatório do IPCC, elaborado pelo Grupo de Trabalho II, foi publicado em Fevereiro de 2022, poucos dias depois da invasão russa do território da Ucrânia. **Dedicado à adaptação** – o que é que podemos fazer para conter o impacto das alterações climáticas –, revelou que não se pode continuar a pensar só a curto prazo e que “é agora claro que mudanças pequenas, marginais e reactivas não serão suficientes”. São precisas ainda mais medidas urgentes para nos adaptarmos aos efeitos das alterações climáticas – além, claro, dos cortes nas emissões de gases com **efeito de estufa**. “Meias medidas já não são uma opção”, alertava então o presidente do IPCC, Hoesung Lee.

*“As decisões que tomamos agora podem assegurar um futuro habitável. Temos as ferramentas e o conhecimento para limitar o aquecimento”... estaremos a aplicá-lo ?*



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

14

## Mitigação para o Clima Global

A acumulação de dióxido de carbono na atmosfera é uma externalidade ambiental da energia fóssil com dois riscos:

- esgotamento de combustíveis fósseis acessíveis
- contaminação atmosférica e alterações climáticas



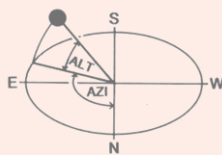
## Adaptação para o Clima Local

A acumulação de dióxido de carbono na atmosfera é cerca de 40% superior à pré-industrial e enquanto se procura o carbono zero:

- A instabilidade climática e fenómenos extremos aumentam
- O mundo está a aquecer



## A dupla resposta climática





## O Duplo Clima no Habitat

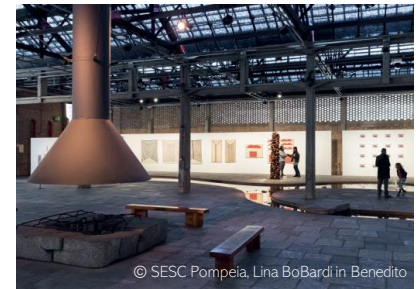
### O CLIMA NO ESPAÇO HABITÁVEL É DUPLO, LOCAL E GLOBAL

#### 1. Estabilizar o CLIMA GLOBAL EM MUDANÇA (Escala atmosférica):

CONSUMIR E EMITIR MENOS NO CICLO DE VIDA

#### 2. Criar um CLIMA LOCAL HABITÁVEL (Escala do corpo):

CONFORTO BIOCLIMÁTICO



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

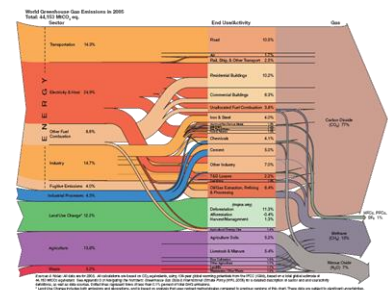
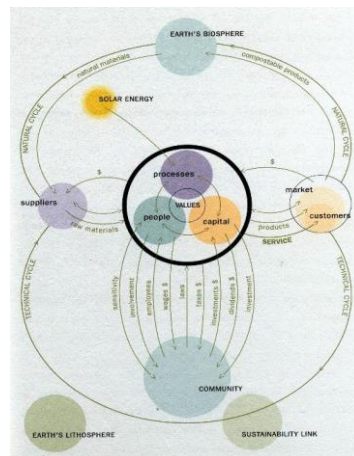
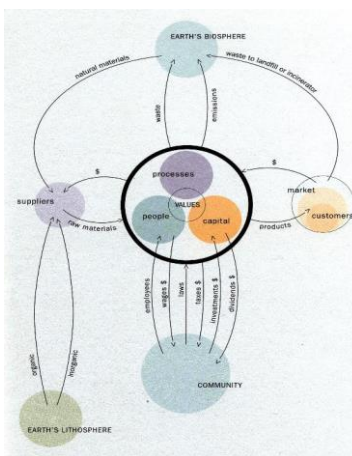
Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

17

17

## CLIMA GLOBAL: Qualidade e eficiência ambiental global (regeneração e estabilização / mitigação)

*transição no modo de produção e consumo do ambiente construído para maior eficiência e circularidade*



© Mid-Course Correction: Toward a Sustainable Enterprise: The Interface Model, 1999 (OA, 2006)

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

18

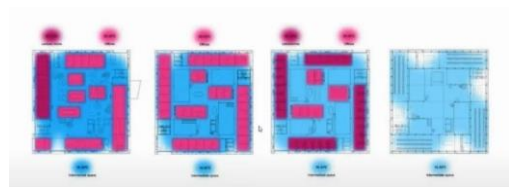
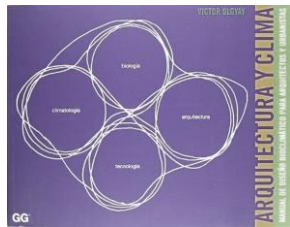
18

## CLIMA LOCAL: Qualidade e eficiência espacial local (bioclimática e otimização / adaptação)

*transição no projeto de arquitetura para maior abertura ao clima e inovação em arquitetura bioclimática*



© Xavier Ros



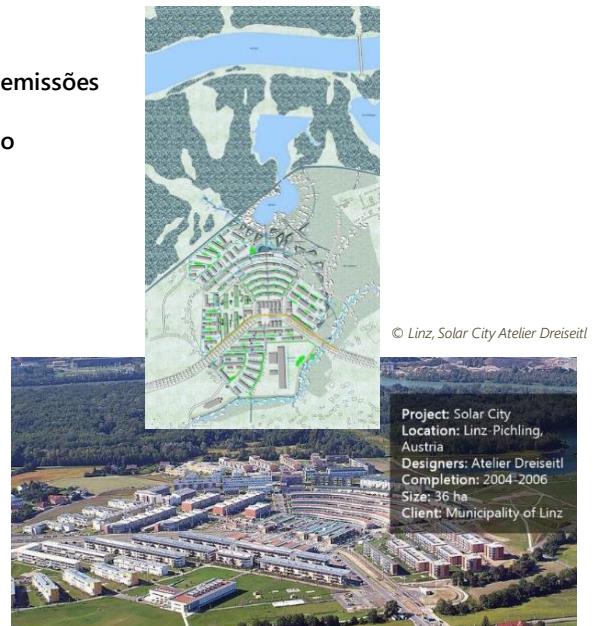
2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

19

19

1. Regeneração e estabilização climática, reduzindo emissões
2. Bioclimática e otimização, aumentando o conforto



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

20

20

1. Regeneração e estabilização climática, reduzindo emissões
2. Bioclimática e otimização, aumentando o conforto



© Freiburg, Vauban e Riesefeld



© Hannover, Kronsberg

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

21

21

GOVERNO  
DOS AÇORESSecretaria Regional do Ambiente  
e Alterações Climáticas

PLANCLIMAC

Interreg

MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial

## Condições de sustentabilidade, exemplos e desafios

Manutenção do  
capital naturalRestituição dos  
resíduos a  
recursosLimitação da  
contaminação  
irreversívelDistribuição  
justa de custos  
e benefícios

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

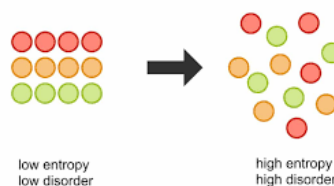
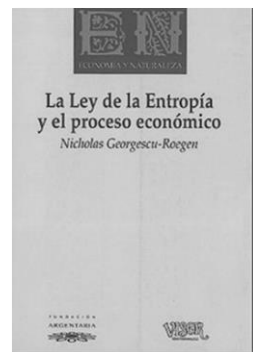
Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

22

22

## Antropoceno e Entropia

- "depois de ocorrer alguma transformação de energia, é impossível recuperar totalmente, ou usar da mesma forma, a energia que interagiu com o sistema material."
- A medida desta energia perdida é a entropia
- A entropia pode ser entendida como o processo de desorganização (extração, degradação, contaminação) do capital natural, decorrente do processo económico das sociedades humanas (**Insustentabilidade, resultando no Antropoceno**)



23

23

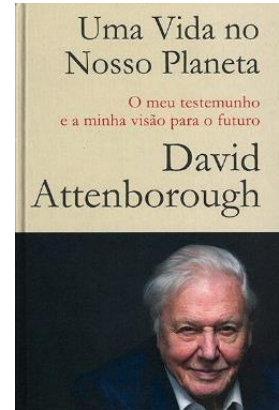


© joana mourao · adaptado de bases de economia Ecológica em A Cuchi, G Roegen, J Naredo, M Allier

24



## Singapura



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

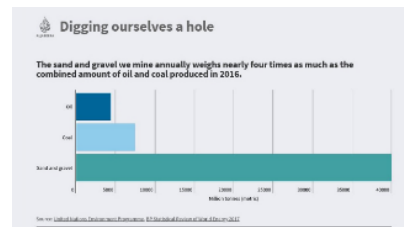
Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

25

25



Como a Extração de Areia Ameaça a Vida na Ásia <https://www.natgeo.pt/>



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

26

26



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

27

27

## ISE

<https://theprepared.org/features-feed/ise-jingu-and-the-pyramid-of-enabling-technologies>



Templos de ISE, Japão © googleearth



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

28

28



Templos de ISE, Japão



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

29

29

## VRIN



© JMourão



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

30

30



Arquitetura e Eficiência Energética nos Açores

31

31



VRIN, Suiça, Graubunden © J Mourão; A Cuchi

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

32

32





[www.caminada.arch.ethz.ch](http://www.caminada.arch.ethz.ch)

33

33



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

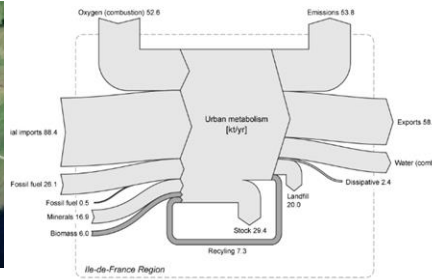
Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

34

34

### Metabolismo urbano compacto

A limitação do espaço urbanizado permite salvaguardar serviços ambientais vitais e limitar externalidades



### Metabolismo urbano difuso

- O espaço urbanizado ilimitado fraciona serviços ambientais vitais e produz externalidades, riscos

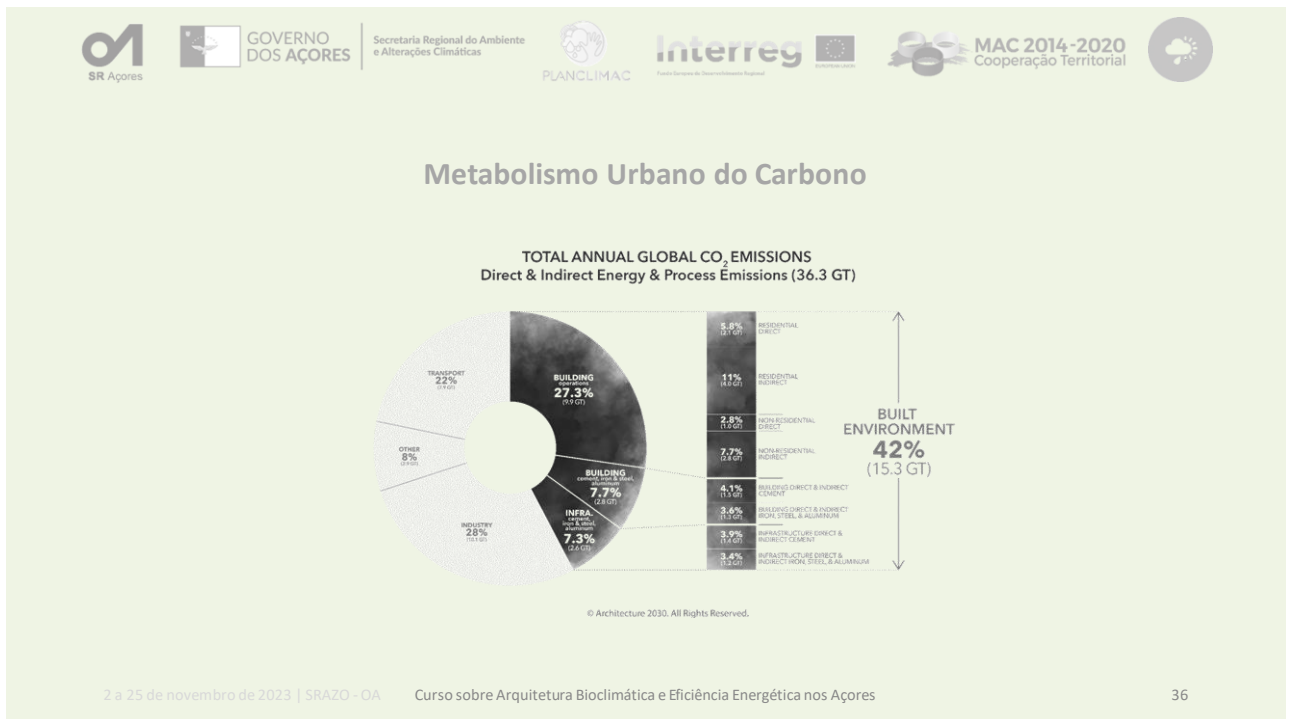


2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

35

35



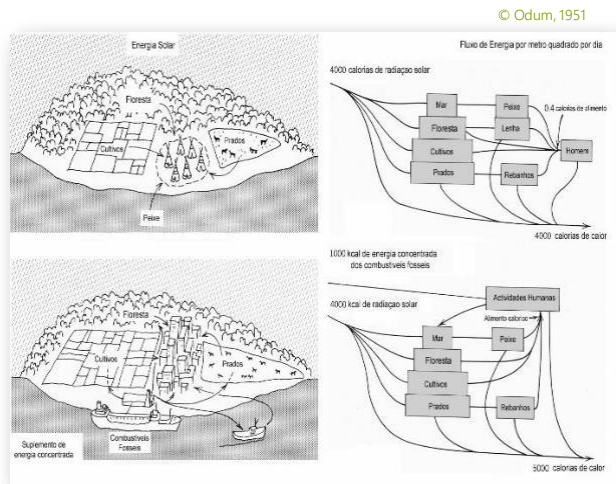
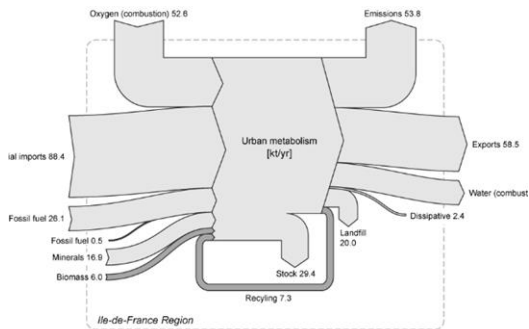
2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

36

36

## Metabolismo Económico, Social e Urbano



*controlar o metabolismo social e urbano, e os seus fluxos, tornou-se exigente face ao modo de produção industrial e à globalização urbana*

37

37

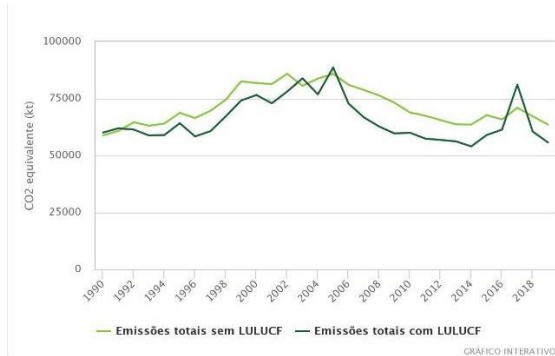
## Emissões de carbono e funções urbanas – Metabolismo Urbano de alto carbono



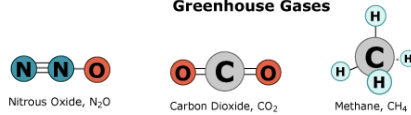
Conome de forma irreversível o capital natural trazido pelos fluxos de entrada

Gera fluxos de saída contaminantes, nem quebrar o ciclo de retorno

## Metabolismo (urbano) alto carbono



### Greenhouse Gases

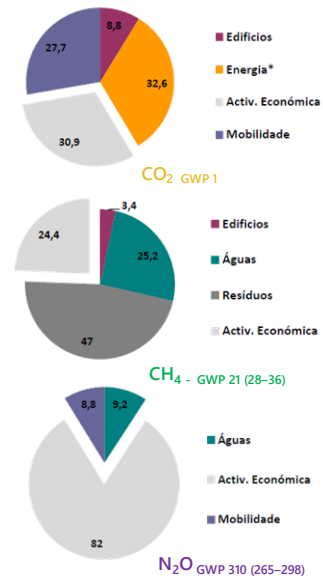


**Carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq):** GWP Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), o Metano (CH<sub>4</sub>), o Óxido de Azoto (N<sub>2</sub>O)

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

39

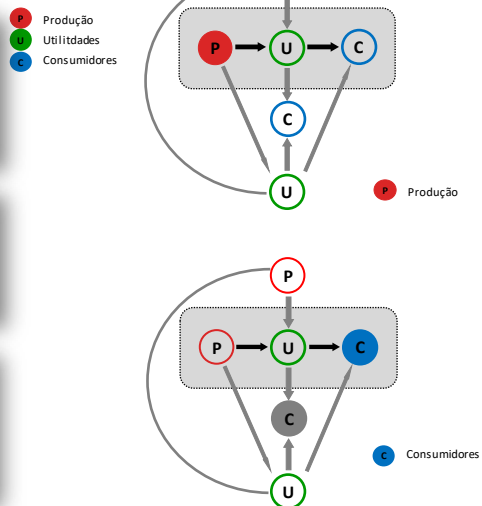
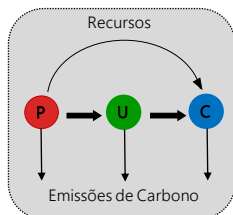


39

## Planeamento Urbano de Baixo Carbono



CARBONO URBANO?



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

40

40

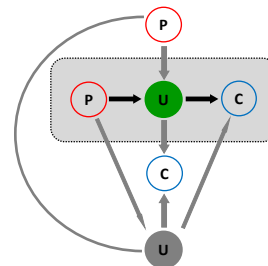


## Planeamento Urbano de Baixo Carbono

Metodologia de seleção e definição de utilidades e emissões urbanas,  
aplicáveis ao ordenamento e planeamento urbanos



Emissões locais - Gg CO <sub>2</sub> -e (CARBONO URBANO)	
<b>EMISSIONES EDIFÍCIOS - HABITABILIDADE</b>	
Pequena Combustão em edifícios	
Consumo de Electricidade Doméstico	
Consumo de Electricidade Não Doméstico	
Iluminação de Edifícios Públicos	
<b>EMISSIONES TRANSPORTES - ACESSIBILIDADE</b>	
Rodoferroviário	
Transporte eléctrico	
<b>EMISSIONES SERVIÇOS URBANOS - SALUBRIDADE</b>	
Águas residuais	
Abastecimento de Água	
Resíduos Sólidos Urbanos	
Iluminação de vias	



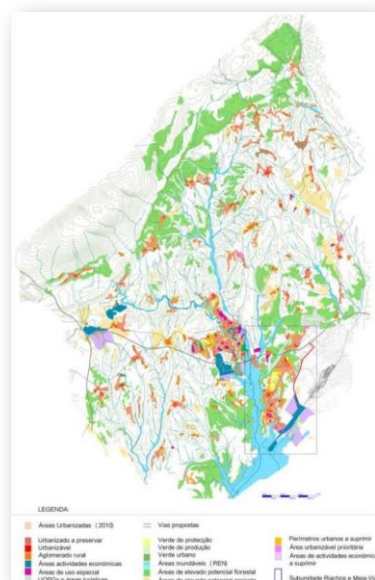
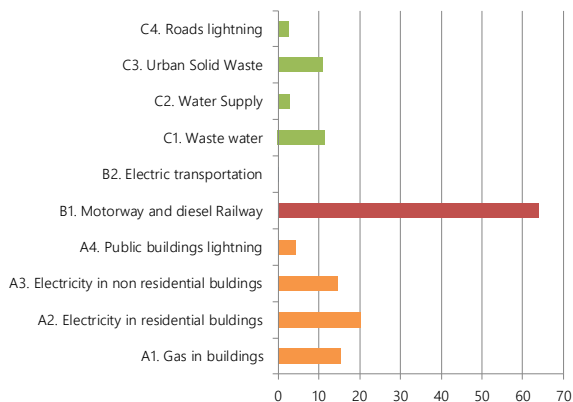
2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

41

41

## CARBONO URBANO



*Avaliação de estratégias de ocupação do solo e de regulamentação da edificação e urbanização face a objetivos de limitação do CARBONO URBANO*

42

42

## Planeamento Urbano de Baixo Carbono

- ✓ partir de um **diagnóstico** da procura de energia e de emissões
- ✓ adotar **objetivos** para a limitação quantitativa de emissões
- ✓ avaliar cenários ou **alternativas** estimando emissões

### MEDIDAS BAIXO CARBONO

Incentivo da **reabilitação** energética

Incentivo da **amenização** climática urbana

Redução da **área urbanizável**

Solo industrial com **intermodalidade**

Rede de **mobilidade limpa**

Áreas de **cultivo e compostagem**

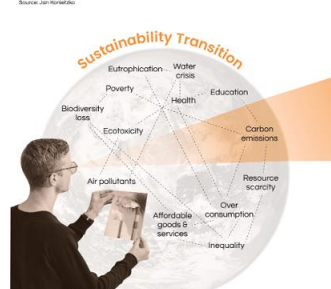
Bacias **fito-depuração e rega**

Reutilização de biogás e lamas das ETARs



## Planeamento Urbano Ecológico ?

Figure 1. Carbon Tunnel Vision



QUESTÕES / COMENTÁRIOS / PAUSA

## Princípios de Urbanização e Edificação Sustentável para recursos ambientais chave (solo, água, materiais, energia)



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

45

45



Kronsberg, Hannover 330 hab/ha



Vauban, Freiburg 119 hab/ha



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

46

46

## 1. Gestão otimizada do solo



## 2. Gestão fechada do ciclo da água



## 3. Seleção criteriosa de materiais-resíduos

## 4. Conforto com eficiência e suficiência energética

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

47

47

GOVERNO  
DOS AÇORESSecretaria Regional do Ambiente  
e Alterações ClimáticasMAC 2014-2020  
Cooperação Territorial

## SOLO



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

48

<https://www.pavillon-arsenal.com/en/expositions/10485-terres-de-paris.html>



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

49

## RECURSO SOLO



© Solo retido Kronsberg | JM

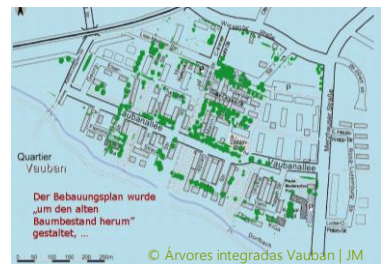


### RISCOS

- Solo extraído, deslocado, perdido e irrecuperável
- Solo afeto a usos incompatíveis com serviços ambientais

### OPORTUNIDADES

- Conservar, regenerar e devolver solo à Biosfera mantendo constante a sua capacidade produtiva
- Reutilizar para fins adequados
- Reabilitação de lugares já infraestruturados



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

50

50



## PRINCÍPIO: Gestão otimizada do solo

### 1.1 Proteger o solo

- Conservar, proteger e regenerar solo
- Construir ou reocupar terrenos já infra-estruturados
- Reutilizar extracções

### 1.2 Gerir as densidades

- Optimizar infra-estruturas
- Controlar a dispersão

© Vauban



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA



Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores



© Kronsberg



51

51

## PRINCÍPIO: Gestão otimizada do solo

### 1.2 Gerir as densidades

- Optimizar infra-estruturas
- Controlar a dispersão

### 1.3 Alocar solo a espaços abertos

- Salvaguardar áreas
- Definir e ligar corredores

© Corredor ecológico Kronsberg | JM



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

52

52



PRINCÍPIO: **Gestão otimizada do solo**



<https://ot.azores.gov.pt/>

Distribuir a afetação do solo e espaço pelos serviços ambientais, assegurando:

## CICLO ÁGUA-NUTRIENTES

- Reter, conduzir, distribuir e depurar água para regar
- Reter, reutilizar e recuperar nutrientes para fertilizar
- Alojamento e favorecer a biodiversidade, produzir alimentos

## CICLO CARBONO-EMISSÕES

- Espaço para o acesso solar e para produzir energia renovável
- Produzir e reaproveitar materiais para construir o habitat
- Arborizar para sequestrar carbono

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

53

53



htl

54



GOVERNO  
DOS AÇORES

Secretaria Regional do Ambiente  
e Alterações Climáticas



Interreg  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial



# ÁGUA



70m

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

55



A vulnerabilidade das ilhas, e em particular dos Açores, **face às Alterações Climáticas**, é relevante nos processos hidrológicos, **na disponibilidade de água doce e na capacidade de recarga dos aquíferos**, no aumento de episódios meteorológicos extremos, na alteração dos regimes sazonais da temperatura e da precipitação e no aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, o que poderá afetar o setor da Agricultura e Florestas no futuro", diagnostica o Plano Regional para as Alterações Climáticas (PRAC).

[http://siaram.azores.gov.pt/recursos-hidricos/antropologia-agua-doce/\\_intro.html](http://siaram.azores.gov.pt/recursos-hidricos/antropologia-agua-doce/_intro.html)

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

56

## RECURSO ÁGUA



### RISCOS

- › a água potável e os recursos orgânicos juntos perdem utilidade
- › a urbanização expulsa matéria orgânica, contamina reservas e deixa de se retro alimentar

### OPORTUNIDADES

- › a retenção é ciclagem de água fecha o ciclo, poupa água potável e ameniza o microclima urbano



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

57

57

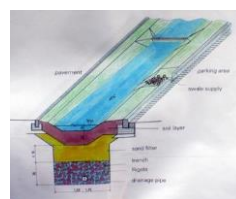
## PRINCÍPIO: Gestão fechada do ciclo hidrológico

### 2.1 Proteger as reservas locais

- Potenciar a infiltração (reter, permeabilizar)
- Potenciar a captação e recolha (guardar, repor)
- Controlar a contaminação (regenerar)



© Drenagem ecológica Kronsberg | JM



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

58

58



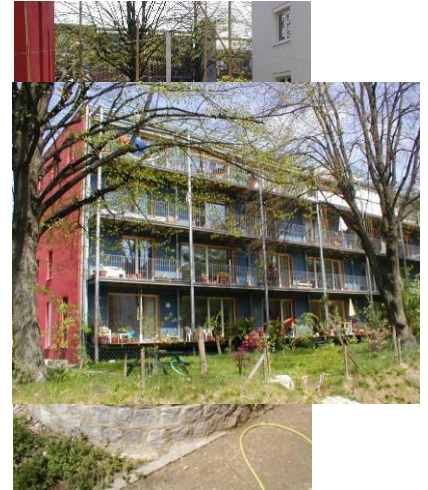
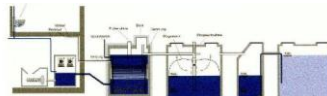
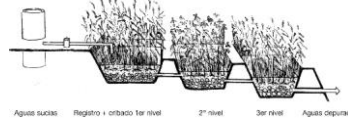
## PRINCÍPIO: Gestão fechada do ciclo hidrológico

### 2.2 Reutilizar águas residuais

- Redes separativas e reutilização águas brancas
- Tratamento e depuração de águas cinzentas
- Centrais de bio metano e reutilização águas negras



© Fito tratamento Kronsberg | JM



© Central de biometano Vauban | JM

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

59

59

## PRINCÍPIO: Gestão fechada do ciclo hidrológico

### 2.1 Proteger as reservas locais

- Potenciar a infiltração (reter)
- Potenciar a captação e recolha (repor)
- Reparo direto

### 2.2 Reutilizar águas residuais

- Controlar a contaminação (regenerar)
- Redes separativas
- Fito tratamento
- Centrais de bio metano

- + tornar a água visível no espaço urbano
- + tornar a água circular nos edifícios
- + NBS



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

60

60

## Gestão otimizada do solo e carbono + NBS + Gestão do ciclo da água e nutrientes



### *infra estrutura verde + infraestrutura azul*

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

61

61



GOVERNO  
DOS AÇORES

Secretaria Regional do Ambiente  
e Alterações Climáticas



Interreg  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial



## MATERIAIS



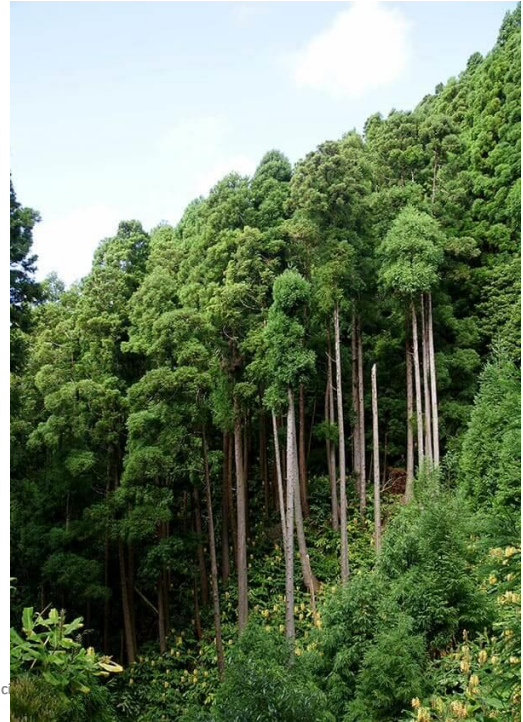
80m

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

62

62



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Efic

63

## RECURSO: Materiais e Resíduos



Pirâmide de consumo de materiais considerando energia e carbono  
© <https://healthymaterialslab.org/>

### RISCO:

- > Reduzida reposição de materiais - Resíduos não retornam à condição de recursos
- > Excesso de uso de materiais de alto carbono

### OPORTUNIDADE:

- > Recursos e resíduos podem formar parte do mesmo circuito fechado e contínuo, com conservação e sem contaminação



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

64

64



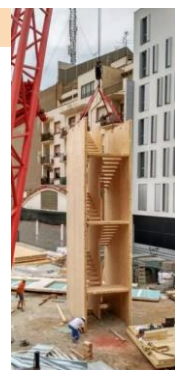
## PRINCÍPIO: Seleção criteriosa de materiais

### 3.1. Selecionar ecologicamente os materiais

- Materiais naturais (origem)
- Materiais certificados (DAP/EPD)
- Materiais circulares (passaportes)
- Materiais de baixa energia incorporada

### 3.2. Evitar/Reutilizar resíduos como recursos

- Separar e reutilizar resíduos
- Conservação e reabilitação de edifícios



© LACOL

### 3.3. Racionalizar e alargar ciclos de vida

- Modulação, pré-fabricação
- Adaptabilidade
- Renovação contínua



© Martin Rauch



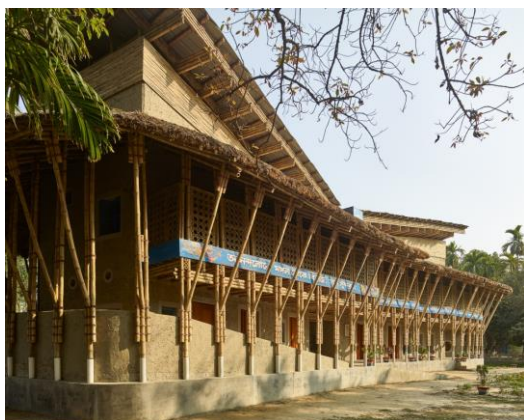
2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

65

65

## PRINCÍPIO: Seleção criteriosa de materiais



© Anna Heringer



© Formentera, REUSING POSIDONIA -  
Instituto Balear de la Vivienda

<http://reusingposidonia.com/proyecto-14hpp-sant-ferran/>



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

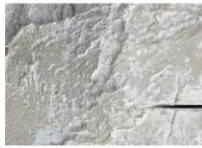
Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

66

66



**Posidonia oceánica**  
En general se utilizan aislamientos térmicos derivados del petróleo o minerales. El aislamiento depende



**Hormigón de cal**  
El cemento de cal natural presenta una reducción del 50% de emisiones de CO<sub>2</sub>.



**Mortero de cal en fachada**  
El revestimiento exterior habitual para muro de Y-TONG consiste en un mortero mineral ligero



**Pedra marès (calcarenita o eolianita)**  
El marès es una piedra de las Islas Baleares, que se extrae en bloques

<http://reusingposidonia.com/proyecto-14hpp-sant-ferran/>



**Corcho**  
Se trata de un aislamiento térmico y acústico natural imputrescible. Normalmente se usa en



**Árido reciclado**  
Limpio y exento de finos se puede utilizar en rellenos y como acabado en



**Hormigón con árido reciclado**  
El hormigón armado es el responsable del 75% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>.



**Y-tong visto**



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

67

67

## PRINCÍPIO: Seleção criteriosa de materiais

### 3.1. Seleccionar ecologicamente os materiais

Materiais naturais (origem)

Materiais de baixa energia incorporada

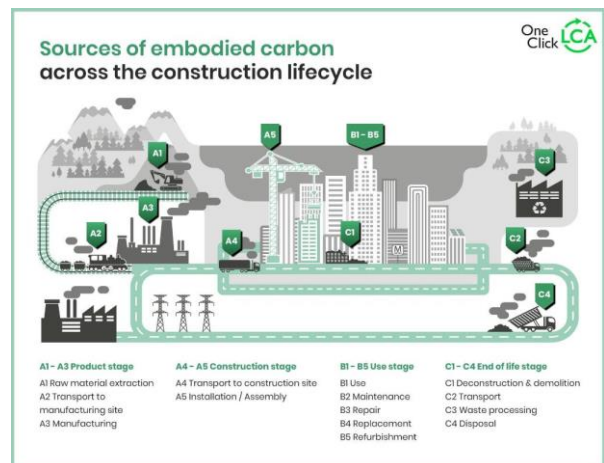
Materiais certificados (DAP/ EPD)

Materiais circulares (passaportes)



<https://construcaocircular.pt/edificios>

<https://www.oneclicklca.com/>



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

68

68

## PRINCÍPIO: Seleção criteriosa de materiais

### 3.1. Selecionar ecologicamente os materiais

- Materiais naturais (origem)
- Materiais certificados (DAP/EPD)
- Materiais circulares (passaportes)
- Materiais de baixa energia incorporada (LCA)

### 3.2. Evitar resíduos/Reutilizar recursos

- Conservação e reabilitação de edifícios
- Separar e reutilizar resíduos da construção
- Reabilitação Urbana e de Edifícios

### 3.3. Racionalizar e alargar ciclos de vida

- Modulação, préfabricação
- Adaptabilidade
- Renovação contínua



© Idealista A. Aravena



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

69

69



GOVERNO  
DOS AÇORES

Secretaria Regional do Ambiente  
e Alterações Climáticas



MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial



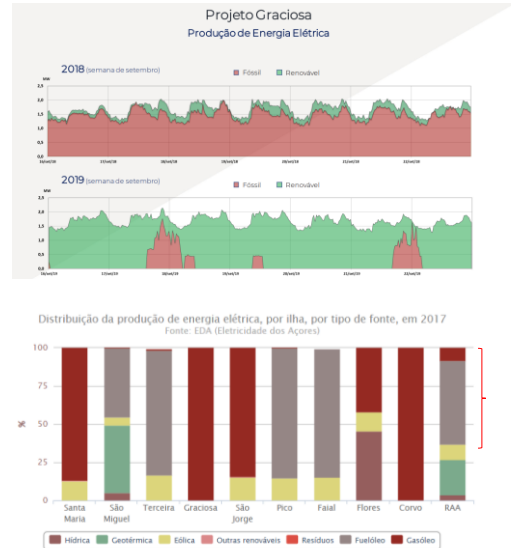
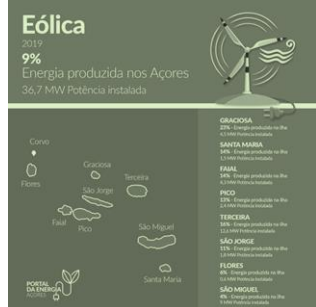
## ENERGIA (carbono e conforto)



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

70



<https://portaldaenergia.azores.gov.pt/portal/POLITICA-ENERGETICA/Renov%C3%A1veis>

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

71

71

## RECURSO Energia e Carbono



A habitabilidade como função principal dos edifícios exige energia (incorporada e operacional) e resulta em carbono

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

72

72



## PRINCÍPIO: Conforto com eficiência e suficiência energética

<https://www.sunearthtools.com/pt/tools/>

### 4.1 CONFORTO PASSIVO: Reduzir necessidades energéticas

#### Acesso e controlo solar

#### Orientação e exposição solar

Adequar formas e tipologias arquitetónicas

Isolamento e/ou massa térmica das envolventes

Espaços de transição climática

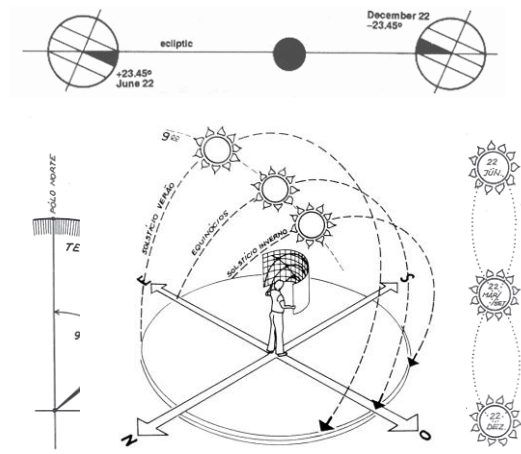
Ventilação e arrefecimento passivo

### 4.2 CONFORTO ATIVO:

Integrar sistemas ativos eficientes de climatização

### 4.3 CONFORTO ZERO EMISSÕES:

Fontes renováveis integradas



© MOITA, F. (2010). Energia Solar Passiva. Argumentum

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

73

73

## PRINCÍPIO: Conforto com eficiência e suficiência energética

### 4.1 CONFORTO PASSIVO: Reduzir necessidades energéticas

#### Acesso e controlo solar

#### Orientação e exposição solar

Adequar formas urbanas e tipologias arquitetónicas

Isolamento e/ou massa térmica das envolventes

Espaços de transição climática

Ventilação e arrefecimento passivo

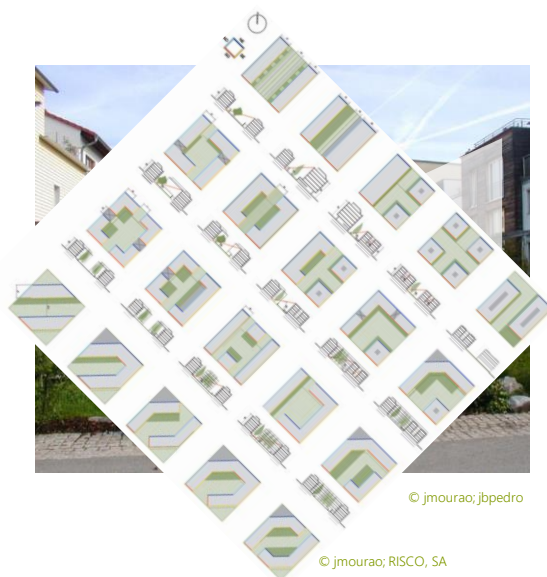
### 4.3 CONFORTO ATIVO: Integrar sistemas ativos eficientes de climatização

### 4.2 CONFORTO ZERO EMISSÕES: Fontes renováveis integradas

Integração do solar térmico

Geração de energia eléctrica (para NZEB)

Outras renováveis



© jmourao; jbpdro

© jmourao; RISCO, SA

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

74

74

## PRINCÍPIO: Conforto com eficiência e suficiência energética

### 4.1 CONFORTO PASSIVO: Reduzir necessidades energéticas

Acesso e controlo solar

Orientação e exposição solar

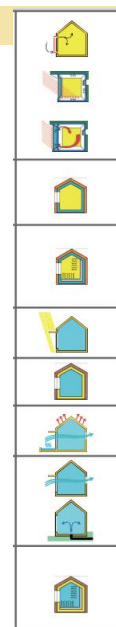
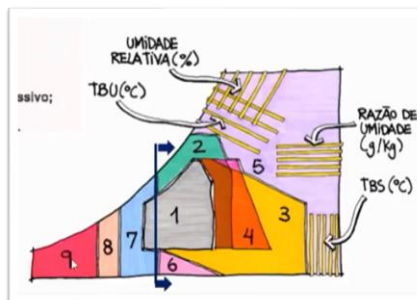
Adequar formas e tipologias arquitetónicas

Isolamento e/ou massa térmica das envolventes

Espaços de transição climática

Ventilação e arrefecimento passivo

1. orientação solar / ganhos solares
2. isolamento térmico / controlo perdas
3. iluminação natural / sombreamento
4. inércia higrotérmica / ventilação natural
5. ventilação natural / arrefecimento passivo



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

75

75

## PRINCÍPIO: Conforto com eficiência e suficiência energética

### 4.1 CONFORTO PASSIVO: Reduzir necessidades energéticas

Acesso e controlo solar

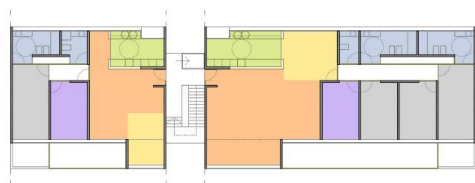
Orientação e exposição solar

Adequar formas e tipologias arquitetónicas

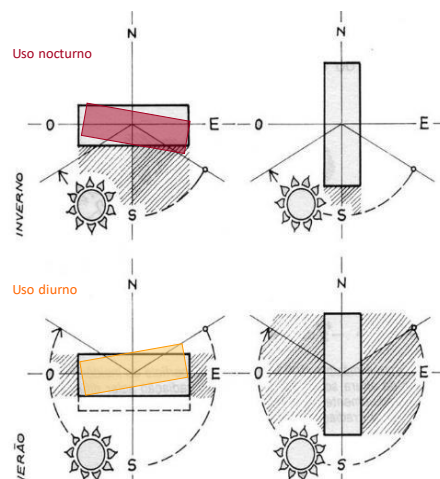
Isolamento e/ou massa térmica das envolventes

Espaços de transição climática

Ventilação e arrefecimento passivo



© JMourão e MNS



© F Moita

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

76

76

## PRINCÍPIO: Conforto com eficiência e suficiência energética

### 4.1 CONFORTO PASSIVO: Reduzir necessidades energéticas

Acesso e controlo solar

Orientação e exposição solar

Adequar formas e tipologias arquitetónicas

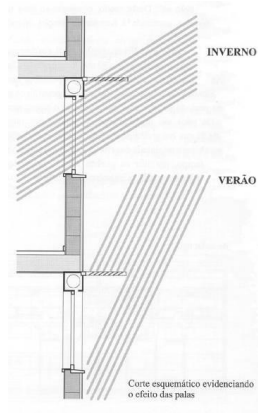
Isolamento e/ou massa térmica das envolventes

Espaços de transição climática

Arrefecimento passivo



© jmourao Vauban



© JGigante; PLEA



© jmourao Kronsberg

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

77

77

## PRINCÍPIO: Conforto com eficiência e suficiência energética

### 4.1 CONFORTO PASSIVO: Reduzir necessidades energéticas

Acesso e controlo solar

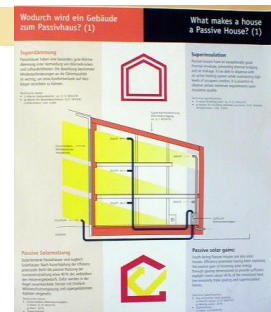
Orientação e exposição solar

Adequar formas e tipologias arquitetónicas

Isolamento e/ou massa térmica das envolventes

Espaços de transição climática

Arrefecimento passivo (pelo solo, ventilação cruzada, chaminé solar)



© Arquitetura Ecológica GG

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

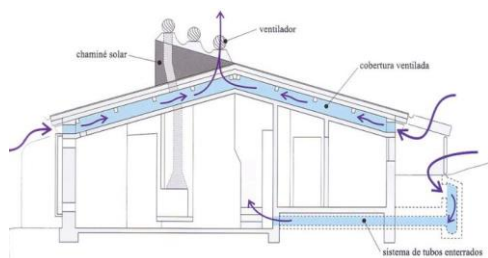
78

78

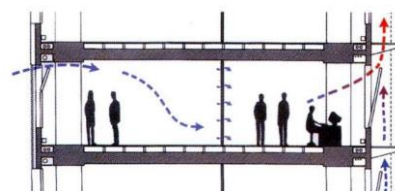
## PRINCÍPIO: Conforto com eficiência e suficiência energética

### 4.1. CONFORTO PASSIVO: Reduzir necessidades energéticas

- Acesso e controlo solar
- Orientação e exposição solar
- Adequar formas e tipologias arquitetónicas
- Isolamento e/ou massa térmica das envolventes
- Espaços de transição climática
- Arrefecimento passivo (pelo solo, ventilação cruzada, chaminé solar)**



© BEDZED



© Sauerbruch Architekten

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

79

79

## PRINCÍPIO: Conforto com eficiência e suficiência energética

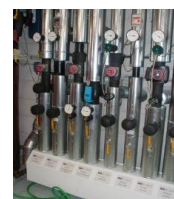
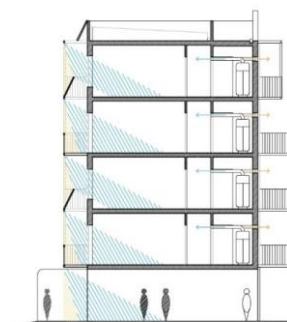
### 4.1 CONFORTO PASSIVO: Reduzir necessidades energéticas

### 4.2 CONFORTO ATIVO: Integrar sistemas ativos eficientes de climatização

- Bombas de calor e outros equipamentos nas tipologias arquitectónicas

### 4.3 CONFORTO ZERO EMISSÕES: Fontes renováveis integradas

- Geração de energia eléctrica (para NZEB)
- Integração do solar térmico e de outras renováveis



2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

80

80



GOVERNO  
DOS AÇORESSecretaria Regional do Ambiente  
e Alterações Climáticas

Interreg

MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial

## DEBATE

Quais os obstáculos mais relevantes à implementação destes princípios ecológicos para estes 4 recursos, em particular na RAA?

- Acesso a informação credível
- Regulamentação inibidora
- Disponibilidade de soluções viáveis no mercado
- Custos de projeto (inclui tempo de projeto)
- Custos de construção (inclui tempo de construção)
- Indisponibilidade dos promotores para a inovação
- Retorno e Equidade dos esforços de inovação e transição ecológica

120m

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

81

GOVERNO  
DOS AÇORESSecretaria Regional do Ambiente  
e Alterações Climáticas

Interreg

MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial

## Avaliação

[joana.mourao@tecnico.ulisboa.pt](mailto:joana.mourao@tecnico.ulisboa.pt)

## Trabalho a desenvolver entre 16/11 e 16/12

## Entrega inicial a 23/11 – Ficha com Implantação e fotografia do edifício

Avaliação sumária da sustentabilidade ambiental e climática de um edifício ou espaço existente nos Açores à escolha por cada formando ou a partir dos casos de estudo da formação (3 a 5 páginas, fonte 11 + imagens).

**1 - Introdução:** identificação e caracterização sumária do edifício (habitação unifamiliar ou fração de multifamiliar), do ponto de vista do duplo desempenho climático [clima global (que energia consome em conforto e carbono indireto produz) e clima local (que conforto ambiental proporciona)]

**2 - Desenvolvimento:** identificação das estratégias de “arquitetura bioclimática” [AB] / “eficiência energética” [EE] presentes, ausentes e recomendadas, considerando que o conforto higrotérmico passivo [AB] permite que a energia (do sol ou da climatização) seja consumida com maior eficiência [EE] e que dificilmente separamos estas estratégias

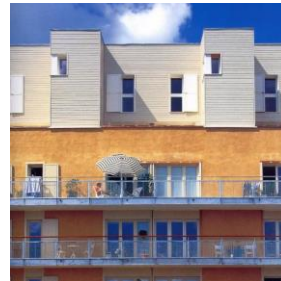
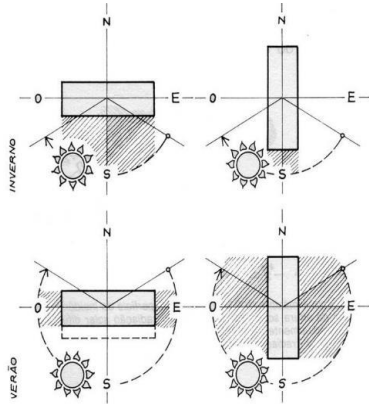
**3 - Conclusão:** reflexão sobre as possibilidades de intervenção no edifício para melhorar a sua dupla resposta climática por via da AB/EE, como estratégias interligadas

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

82

82



## Arquitetura Bioclimática

## Eficiência Energética

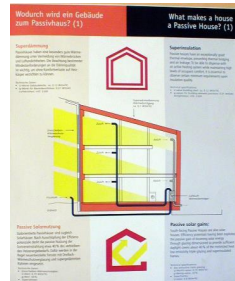
2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

83

### Desenho do **habitat** considerando:

- o clima e terreno local
- a geometria solar
- a higrotermia (carta de Givoni)
- o balanço térmico diário e sazonal de ganhos térmicos (solares ou internos, diretos ou indiretos)
- a sazonalidade e variações no desempenho e uso do edifício



### Componentes ou sistemas para conforto com o menor consumo de energia possível:

- Requisitos térmicos da envolvente
  - caixilharias com baixa condutividade térmica e vidros com adequados fatores solares
  - envolvente opaca (valores u das paredes)
- Equipamentos classe superior a A (SCE)
  - caldeiras
  - bombas de calor
  - HAVAC
- + Energia renovável (suficiência energética)

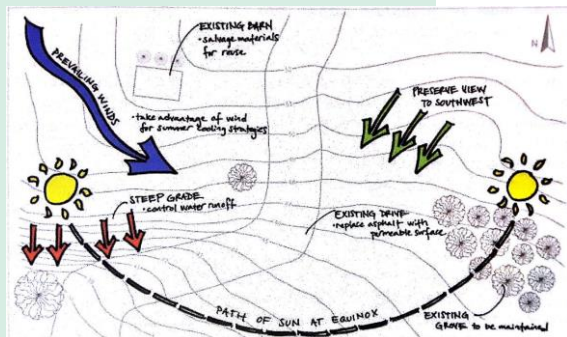
## Arquitetura Bioclimática

## Eficiência Energética (dos edifícios?)

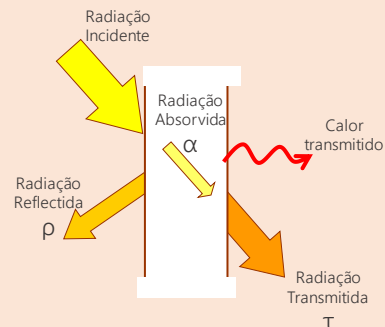
2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

84

Desenho do **habitat** considerando:Kwok, A., & Grondzik, W. (2011). *The Green Studio Handbook*. Oxford: Elsevier Press.

## Componentes ou sistemas para conforto:



## Arquitetura Bioclimática

## Eficiência Energética (dos edifícios?)

2 a 25 de novembro de 2023 | SRAZO - OA

Curso sobre Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética nos Açores

85

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES  
FORMAÇÃO (B-LEARNING)*Desafios energéticos e climáticos globais e locais no ambiente construído*

Obrigada!

[joana.mourao@tecnico.ulisboa.pt](mailto:joana.mourao@tecnico.ulisboa.pt)

2 novembro 2023

Joana Mourão

86