



ORDEM  
DOS  
ENGENHEIROS

# XX CONGRESSO ENGENHARIA 2020

UMA ESTRATÉGIA PARA PORTUGAL

17 a 19 de outubro de 2014 | ALFÂNDEGA DO PORTO

ENGENHARIA  
2020

UMA ESTRATÉGIA  
PARA PORTUGAL

# Perspetivas da evolução do AVAC

# **EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES**

**Bomba de calor ar-ar**

**Bomba de calor ar-água**

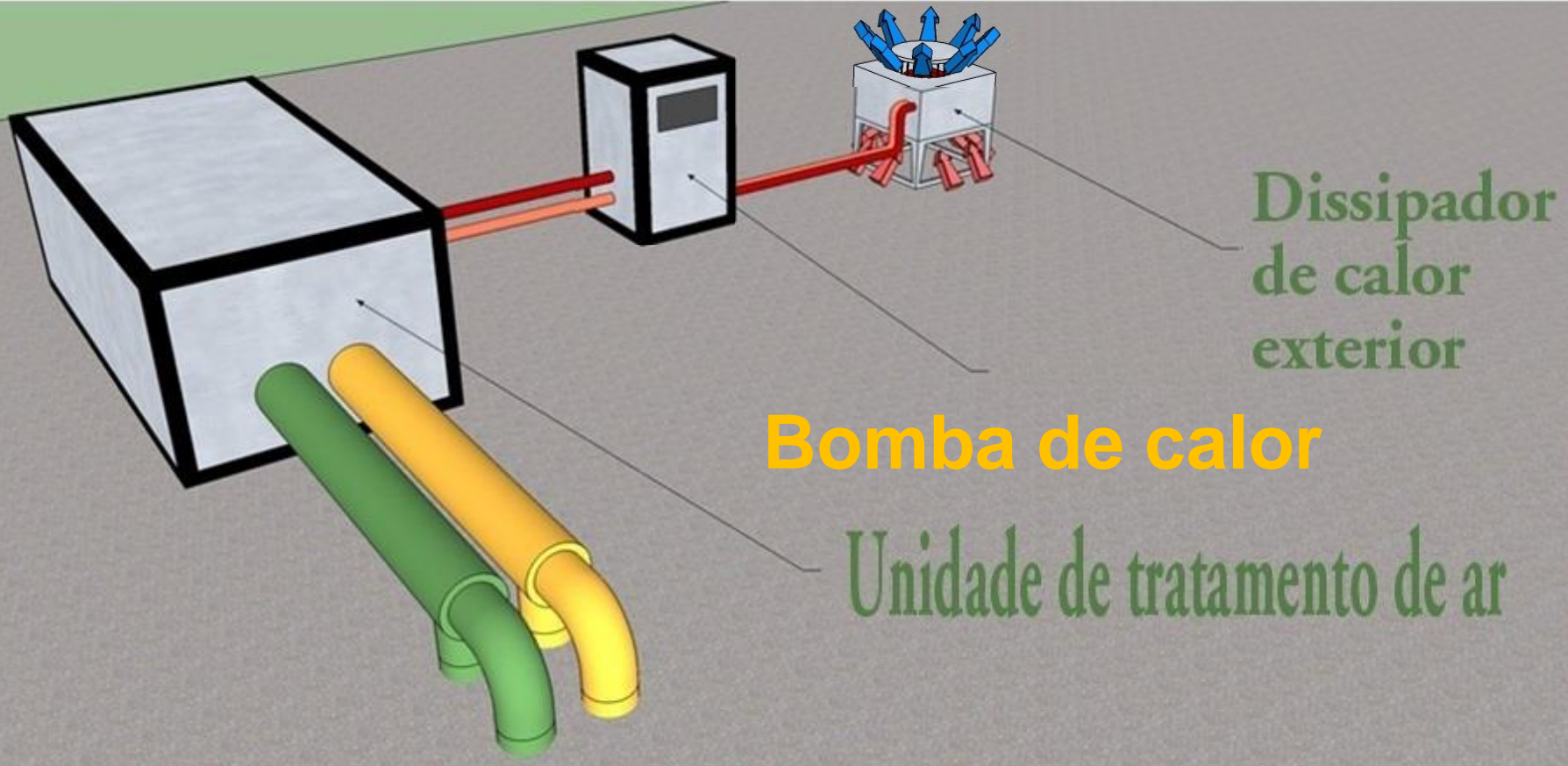
**Bomba de calor com permuta geotérmica**

**Chiller de Absorção alimentado a energia solar**

**Tri-geração compacta**

**Redes urbanas de fornecimento de energia térmica**

# Bomba de calor ar-ar



# Bomba de calor ar-água



# Vantagens

O ar, como fonte de energia renovável, é acessível e praticamente ilimitado.

Custos de instalação inferiores aos das bombas de calor com permuta geotérmica.

De fácil instalação.

Funcionamento local, livre de emissões.

Baixos custos de operação e manutenção.

# Desvantagens

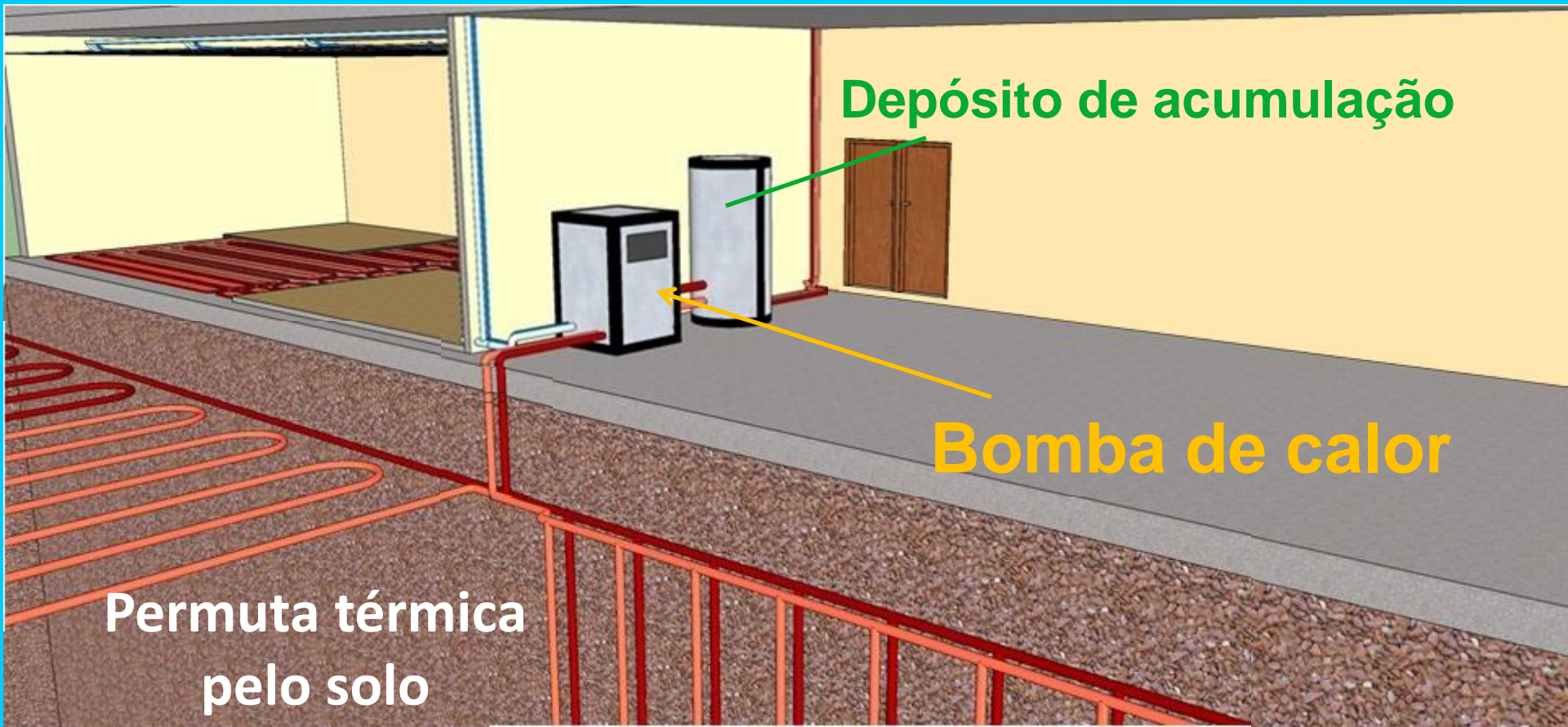
Custo de investimento inicial elevado.

Baixa eficiência (COP), para temperaturas exteriores inferiores a 7 °C.

Ruído causado pelos ventiladores da unidade exterior.



# Bomba de calor com permuta geotérmica



# Vantagens

A energia geotérmica é renovável e acessível.

Funcionamento local, livre de emissões.

Tempo de vida útil interessante, estimado em cerca de 20 anos, para os componentes interiores, e até 50 anos, para os permutadores enterrados.

Baixo nível de ruído.

# Desvantagens

Custo de investimento inicial elevado (equipamento + escavação).

No caso de permutadores horizontais a superfície do terreno onde estes são instalados tem que ser deixada livre.

Não é adequado a solos rochosos.



# Chiller de Absorção alimentado a energia solar



# Vantagens

A energia solar pode ser utilizada para produção de água arrefecida.

**Poupança de electricidade.**

Os fluidos refrigerantes utilizados não causam danos à atmosfera e não apresentam potencial de aquecimento global.

**Possuem poucas partes móveis e consequentemente menores necessidades de manutenção quando comparados com “chillers” convencionais.**

São equipamentos silenciosos e livres de vibrações.

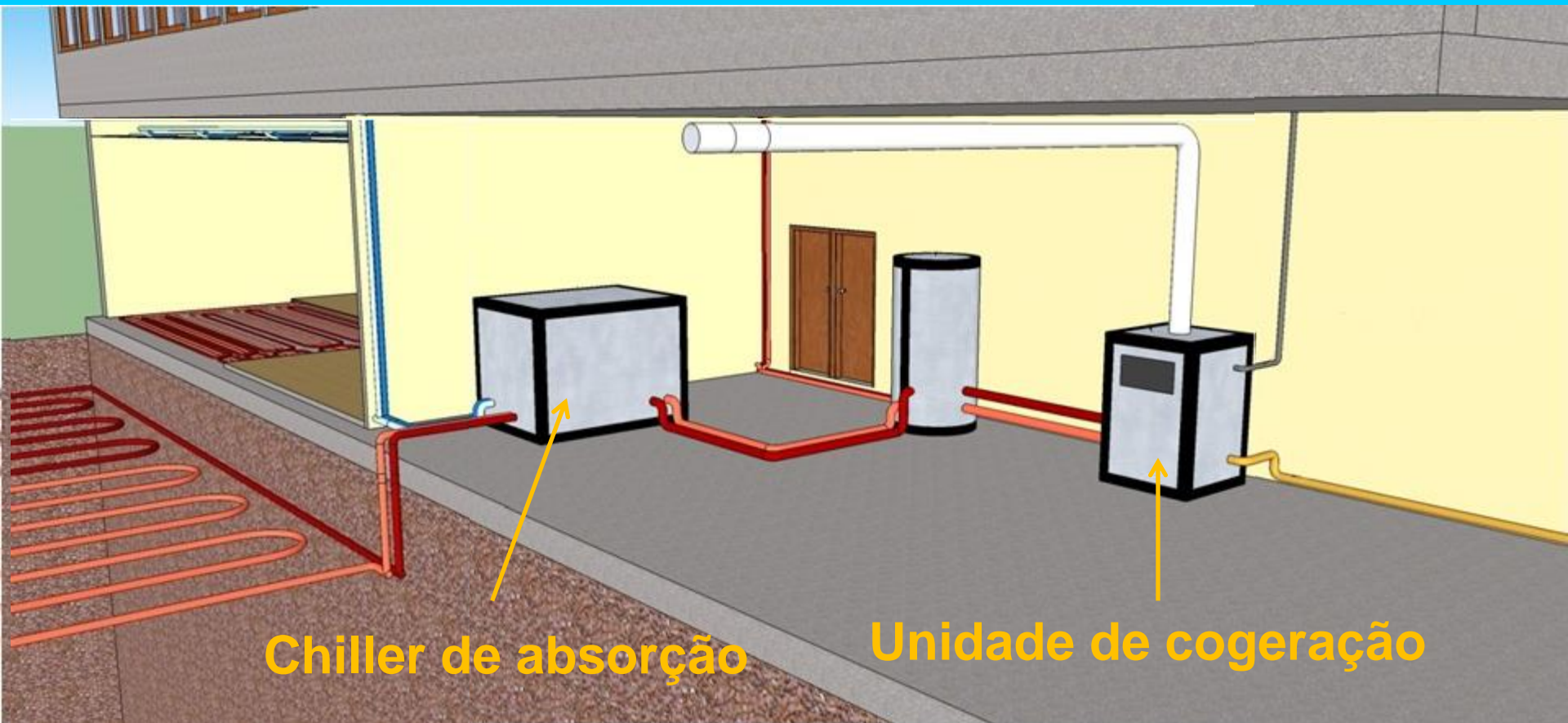
# Desvantagens

Eficiências menores do que os chillers de compressão (COPs típicos = 1), a energia produzida é igual à energia consumida, porque a água é um refrigerante menos eficiente do que os fluorcarbonetos.

**Componentes de maiores dimensões e mais pesados do que no caso dos “chillers” de compressão da mesma capacidade.**

Custos de investimento e de manutenção mais elevados do que no caso dos “chillers” de compressão da mesma capacidade.

# Tri-geração compacta



# Vantagens

Permite a utilização de biocombustíveis.

Garante o abastecimento contínuo de energia elétrica.

O calor rejeitado pelo sistema de cogeração pode ser utilizado nos “chillers” de absorção.

Possibilidade de injeção na rede nacional do excesso de eletricidade (dependendo das políticas energéticas locais).

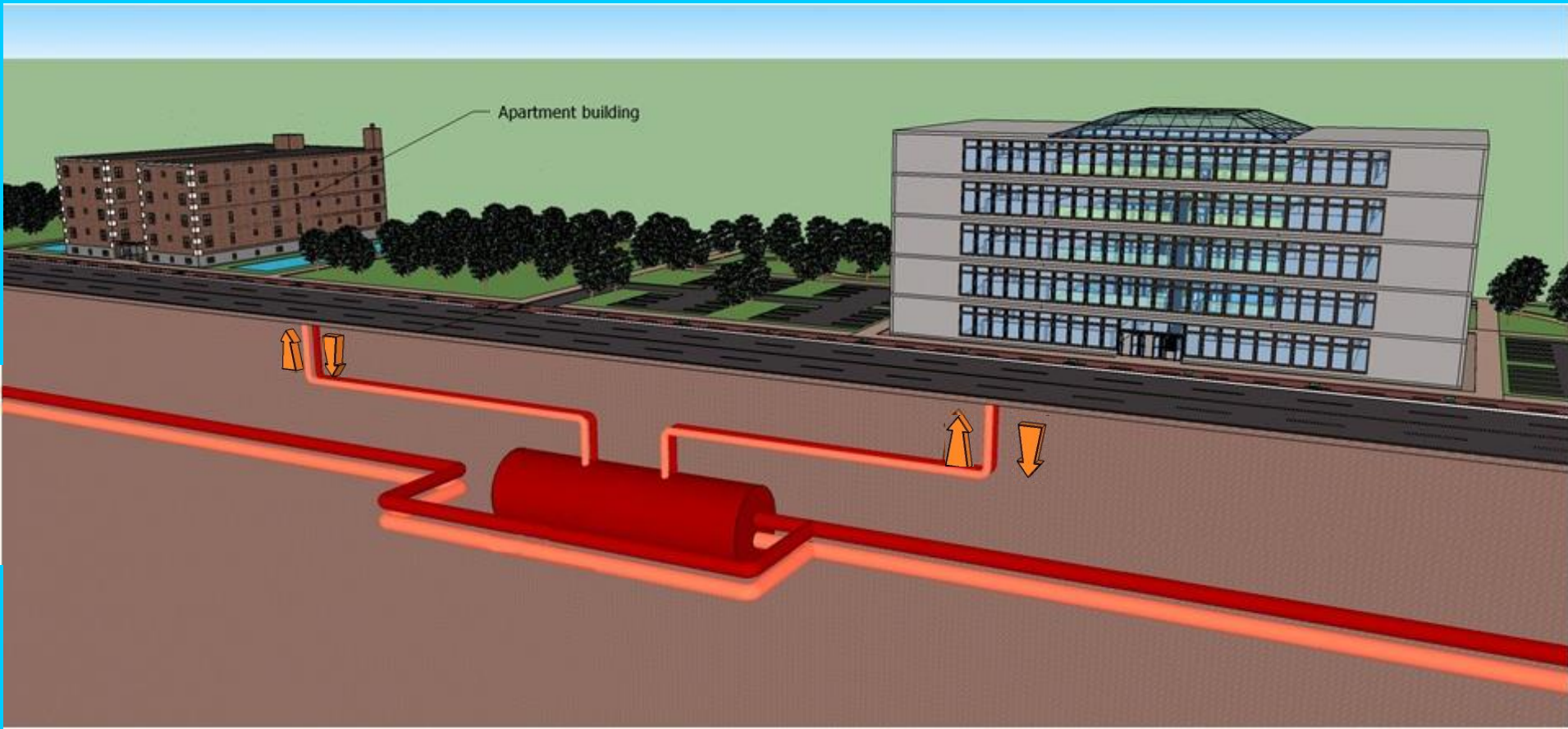
# Desvantagens

Para melhor desempenho, requer cargas térmicas calculadas relativamente constantes.

Para uma eficiência ótima, requer utilização da totalidade do calor gerado.

Tipicamente, para ser economicamente viável, estes sistemas têm que funcionar durante um número mínimo de 4 a 5 mil horas por ano (cerca de 60 %).

# Redes urbanas de fornecimento de energia térmica





# Vantagens

**Facilidade de utilização.**

**Baixos custos de investimento para os utilizadores.**

**Despesas de mão-de-obra, reparação e manutenção reduzidas.**

**Serviço de abastecimento de energia altamente fiável.**

# Desvantagens

**Custos fixos de interligação à rede que podem significar custos da energia superiores (dependendo das políticas locais).**

**Perdas de calor que ocorrem na rede de distribuição.**

# **Aplicações**

**Unidades de tratamento de ar  
compactas com circuito frigorífico integrado**

**Tetos arrefecidos por água**

**Tetos arrefecidos-estruturas termo ativas ventiladas**

**Vigas arrefecidas ativas**

**Vigas arrefecidas passivas**

**Pavimento Radiante**

**Ventilação adequada às necessidades**

# Unidades de tratamento de ar compactas com circuito frigorífico integrado



Admissão de ar novo diretamente da fachada

# Vantagens

Possibilidade de contagens de entalpia individuais, na unidade.

Possível integração na estrutura do edifício (pavimento, fachada, etc.).

Rede de condutas de pequena dimensão ou inexistente.

Grande flexibilidade no que respeita ao controlo local.

# Desvantagens

O Consumo de energia elétrica pode ser significativo.

Ruído dos ventiladores.

Apenas permite o tratamento térmico, sem possibilidade de garantir o controlo total do ambiente de forma económica.

Necessidades totais de manutenção superiores, uma vez que existem mais pontos de manutenção distribuídos pelo edifício.

Dificuldade de responder ao critério de baixa potência específica dos ventiladores, devido ao grande numero necessário dos mesmos, devido às suas reduzidas dimensões.

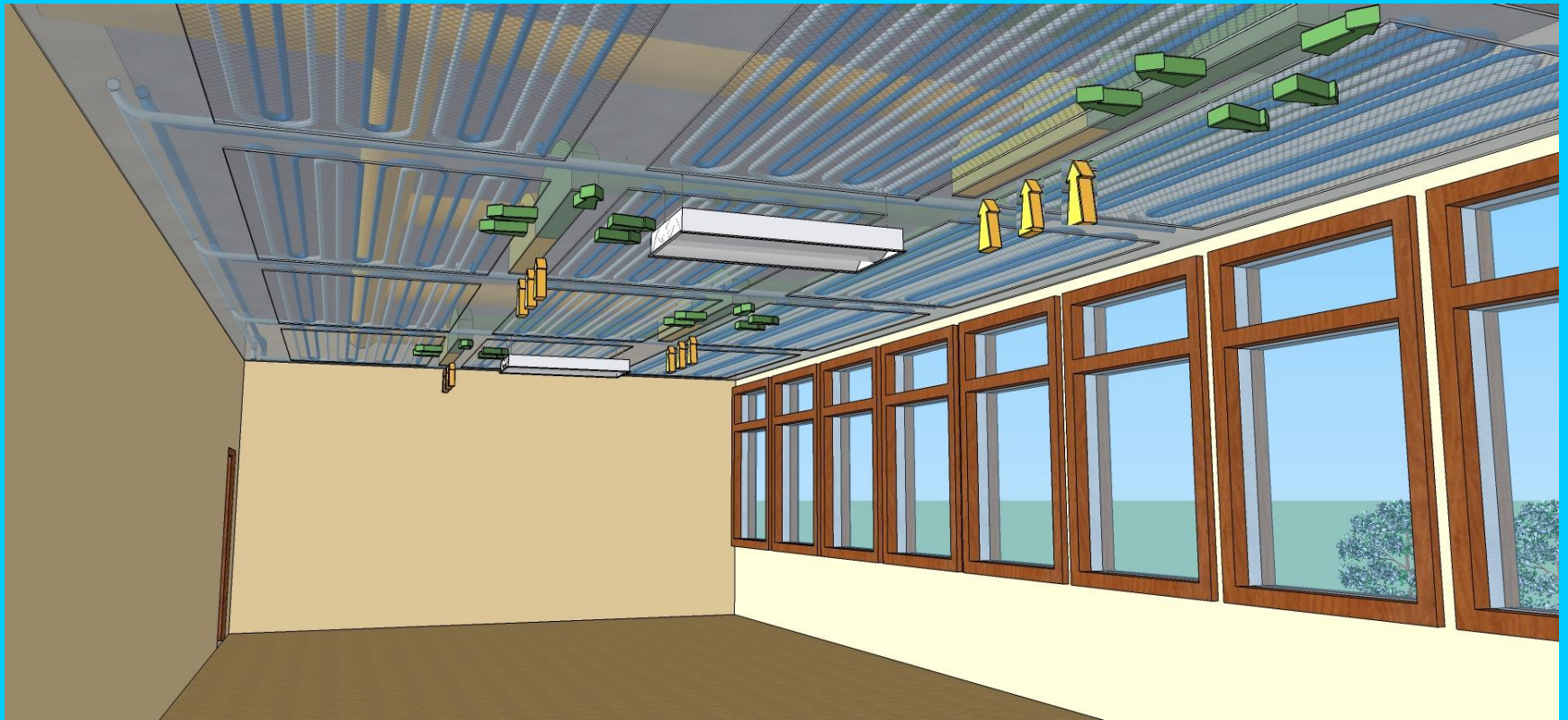


# Tetos arrefecidos





# Tetos arrefecidos



Por água

# Vantagens

**Integração em espaços de teto falso com pouca altura (cerca de 60-70 mm).**

**Funcionamento silencioso, livre de correntes de ar.**

**Utilização de temperaturas de água arrefecida relativamente altas (potencial para arrefecimento gratuito “freecooling”).**

**Necessidades de manutenção mínimas.**

# Desvantagens

**A temperatura da água tem que ser controlada em função das condições do espaço, de modo a evitar condensações.**

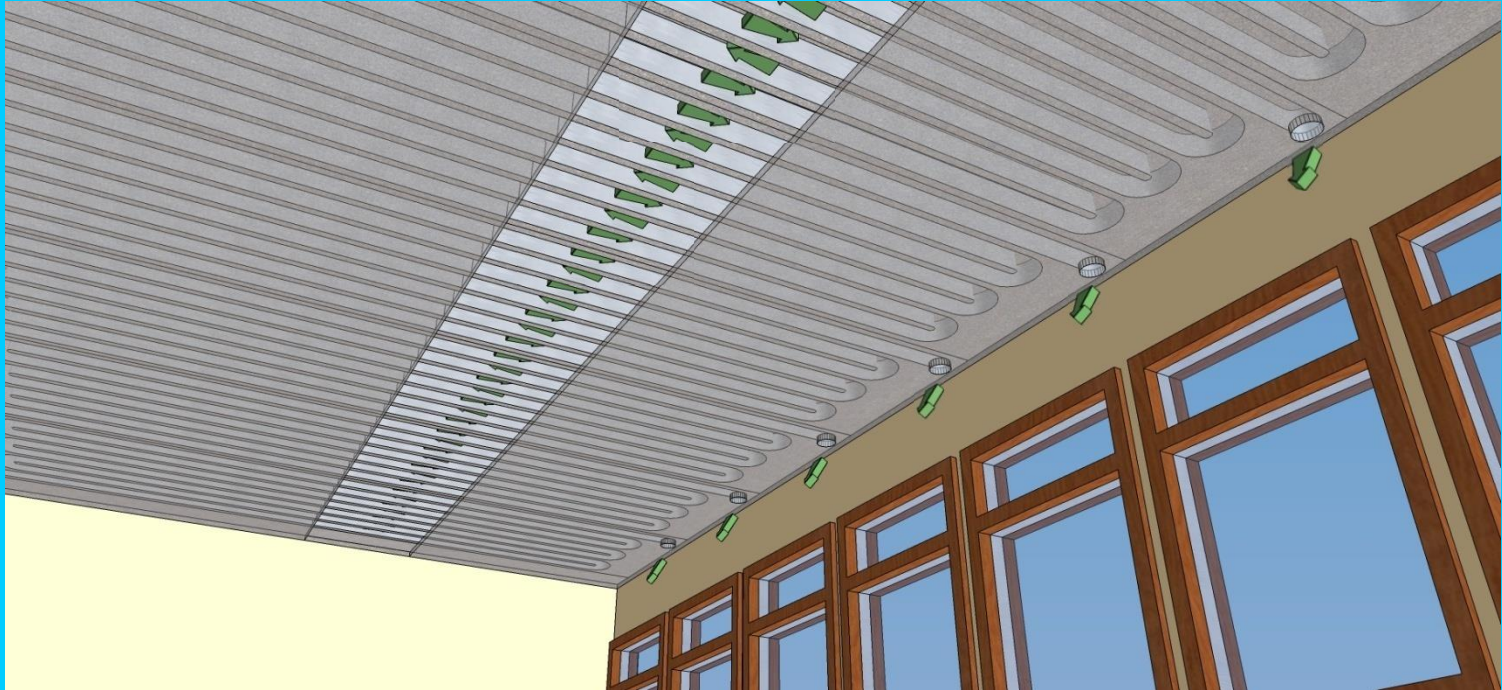
**A capacidade de aquecimento e de arrefecimento são limitadas, podendo não ser adequadas a espaços com grandes ganhos/perdas de calor.**

**Em climas quentes e húmidos o risco de condensações requer especial atenção.**

**Tempo lento de resposta a alterações das cargas internas e externas**

**Necessidade de um sistema de ventilação independente. Superfícies de teto rígidas podem afetar o desempenho acústico.**

# Tetos arrefecidos estruturas termo ativas ventiladas



Condutas de ar inseridas na estrutura ou em elementos pré-fabricados durante a fase da construção .

# Vantagens

As necessidades de arrefecimento/aquecimento são distribuídas por um período mais longo, o que conduz a cargas de pico inferiores, permitindo, consequentemente, a utilização de centrais térmicas menores.

Ao evitar a necessidade de tetos falsos, o pé direito pode ser reduzido.

Custos de instalação e manutenção baixos.

# Desvantagens

Uma vez que não permite a instalação de material de absorção acústica nos tetos, pode conduzir a situações de fraco desempenho acústico.

A capacidade de aquecimento e de arrefecimento são limitadas, podendo não ser adequadas a espaços com grandes ganhos/perdas de calor.

Tempo lento de resposta a alterações das cargas internas e externas.



# Climatização através de Vigas arrefecidas ativas





# Vantagens

Funcionamento silencioso, livre de correntes de ar.

Integração em espaços de teto falso com pouca altura (aproximadamente 300 mm).

Utilização de temperaturas de água arrefecida relativamente altas e de água aquecida relativamente baixas (potencial para arrefecimento e aquecimento sem custos).

**Necessidades de manutenção mínimas.**

Permite a opção por uma solução prefabricada para integração da iluminação ou de outras instalações técnicas na estrutura das vigas.

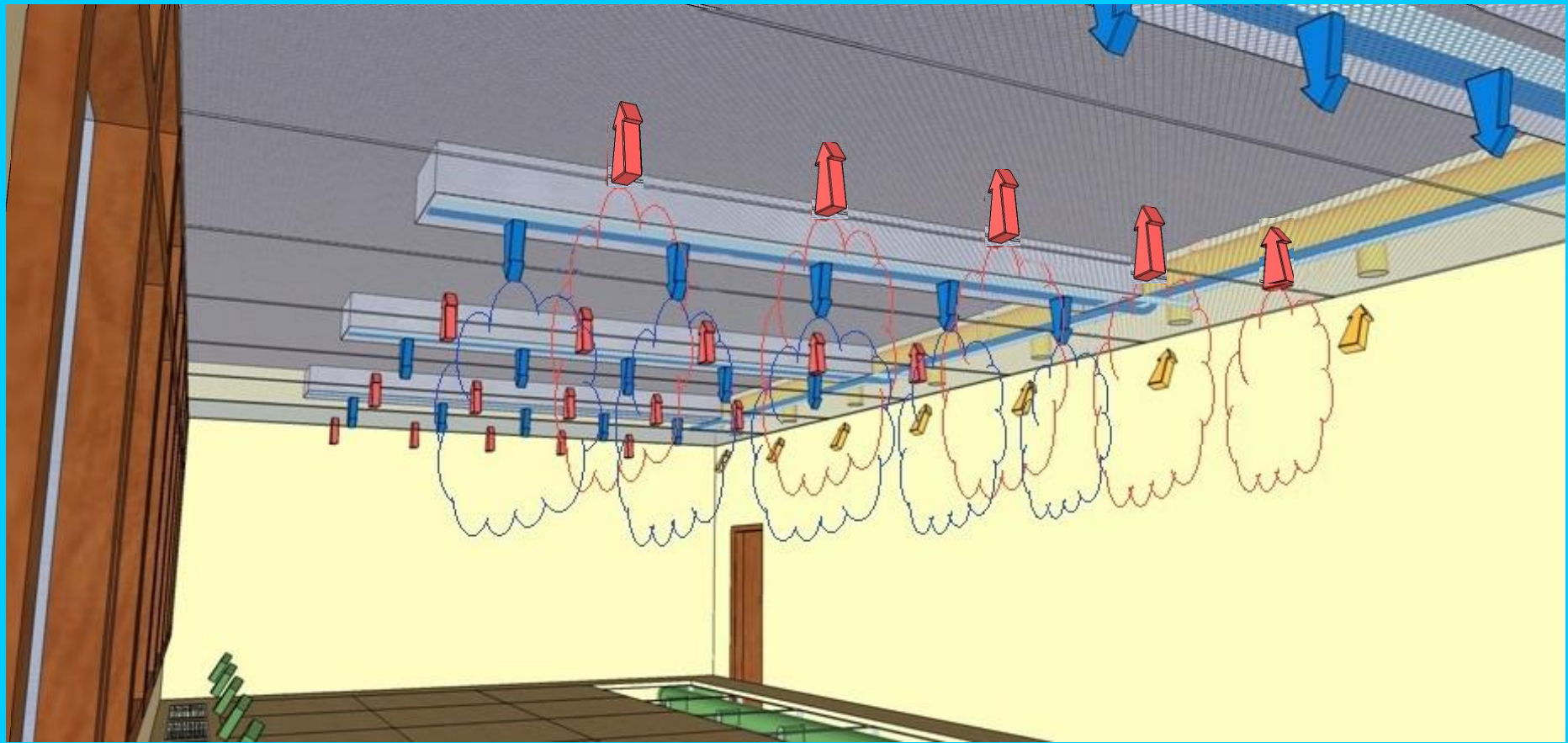
# Desvantagens

Funcionamento do ventilador em modo de aquecimento (e também, durante o período noturno, quando não é necessária ventilação).

Em climas quentes e húmidos o risco de condensações requer especial atenção.

A temperatura da água tem que ser controlada em função das condições do espaço, de modo a evitar condensações.

# Climatização através de Vigas arrefecidas passivas



# Vantagens

Utilização de temperaturas de água arrefecida relativamente altas e de água aquecida relativamente baixas (potencial para arrefecimento e aquecimento sem custos)

Necessidades de manutenção mínimas.

Permite a opção por uma solução prefabricada para integração da iluminação ou de outras instalações técnicas na estrutura das vigas.

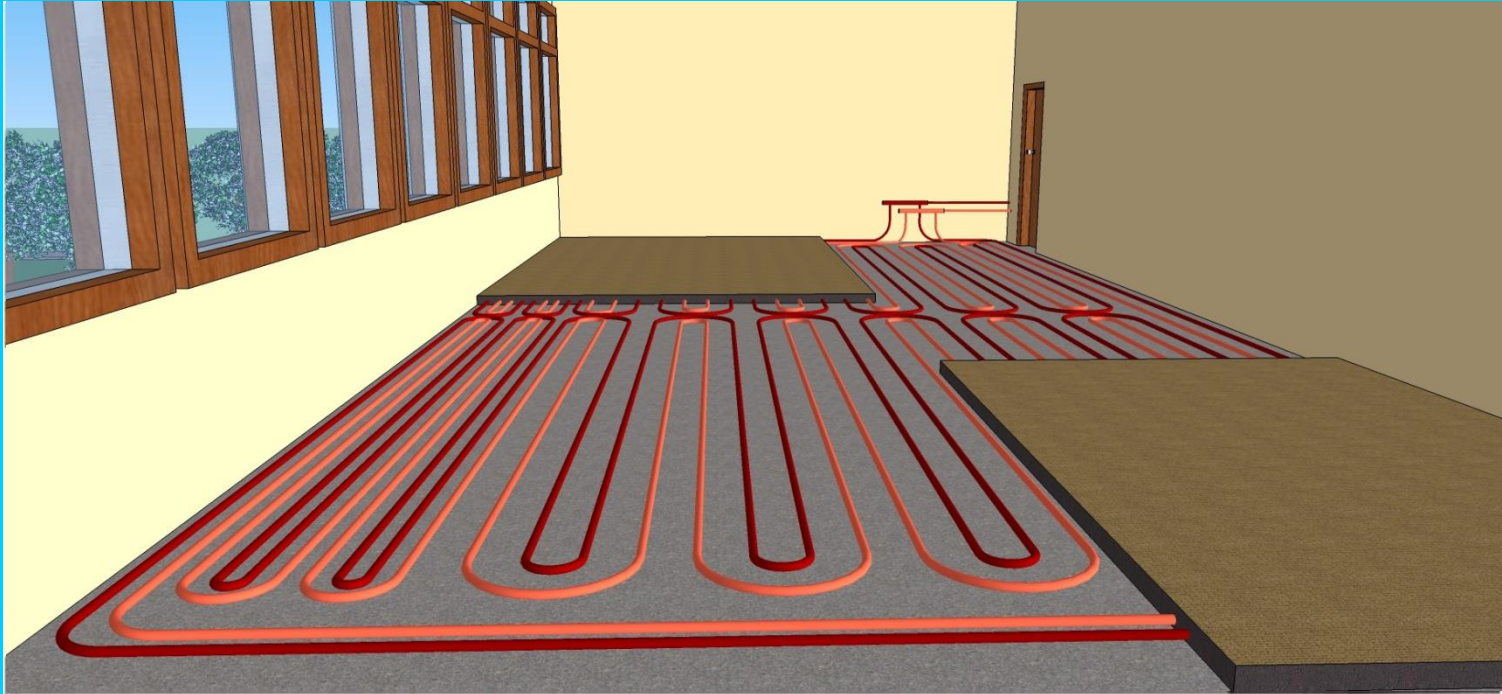
# Desvantagens

Necessidade de um sistema de ventilação independente.

Em climas quentes e húmidos o risco de condensações requer especial atenção.

A temperatura da água tem que ser controlada em função das condições do espaço, de modo a evitar condensações.

# Pavimento Radiante



# Vantagens

Área do espaço virtualmente livre de sistemas de aquecimento/arrefecimento.

A distribuição de temperatura no interior do espaço é praticamente homogénea.

Aumento do desempenho da fonte de energia térmica.

Possibilidade de arrefecimento gratuito “Freecooling”.

Inexistência de assimetrias radiantes.

# Desvantagens

Tempo de resposta lento a alterações no “set-point” da temperatura.



# Ventilação adequada às necessidades



# Ventilação adequada às necessidades



# Vantagens

Poupança de energia ao evitar o aquecimento, o arrefecimento e a desumidificação de caudais de ar de ventilação superiores aos necessários.

Melhor qualidade do ar interior, nas situações em que existe controlo da QAI (Qualidade do Ar Interior) .

# Desvantagens

Manutenção das sondas e atuadores.

Custos de investimento superiores.

Possibilidade de ocorrência de correntes de ar locais, se não forem utilizados difusores específicos para aplicações de caudal de ar variável.

# **Desenvolvimentos**

**Fachada Multifuncional**

**Ventilação por efeito de Chaminé solar**

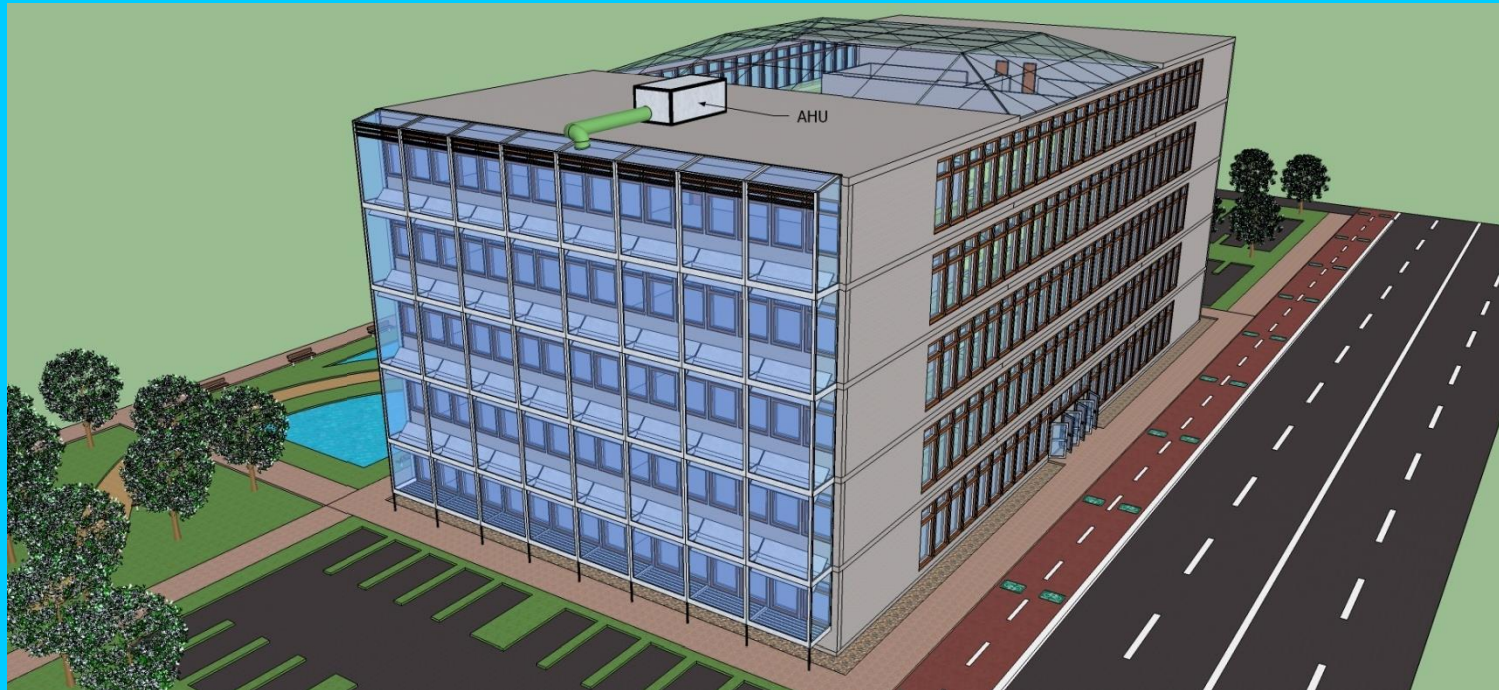
**Ventilação por varrimento total (“Displacement”)**

**Ventilação mista**

**UMA ESTRATÉGIA  
PARA PORTUGAL**



# Fachada



# Multifuncional



# Vantagens

**Garante o cumprimento de requisitos térmicos exigentes, como por exemplo a eliminação de pontes térmicas.**

**Existe a garantia de que as envolventes do edifício têm elevada estanquicidade.**

**Permite a integração, em grande escala, de soluções inovadoras de energia de fonte renovável (e.g. solar térmico, fotovoltaico, tecnologias híbridas, etc.)**

**Evita a entrada de ruído exterior no edifício.**

# Desvantagens

**Custos superiores quando comparados com sistemas de fachada tradicionais.**

**A aplicação das soluções de fachada obriga à preparação multidisciplinar das especialidades, desde a fase de anteprojeto.**

**O risco de propagação de fumo e de fogo requer especial atenção.**

**Sistema de controlo complicado.**

# Ventilação

## Por efeito de chaminé



O aquecimento solar do ar cria movimentos de ar de convecção natural (chaminé solar).

# Vantagens

Fonte de energia renovável inesgotável.

Recurso energético disponível localmente.

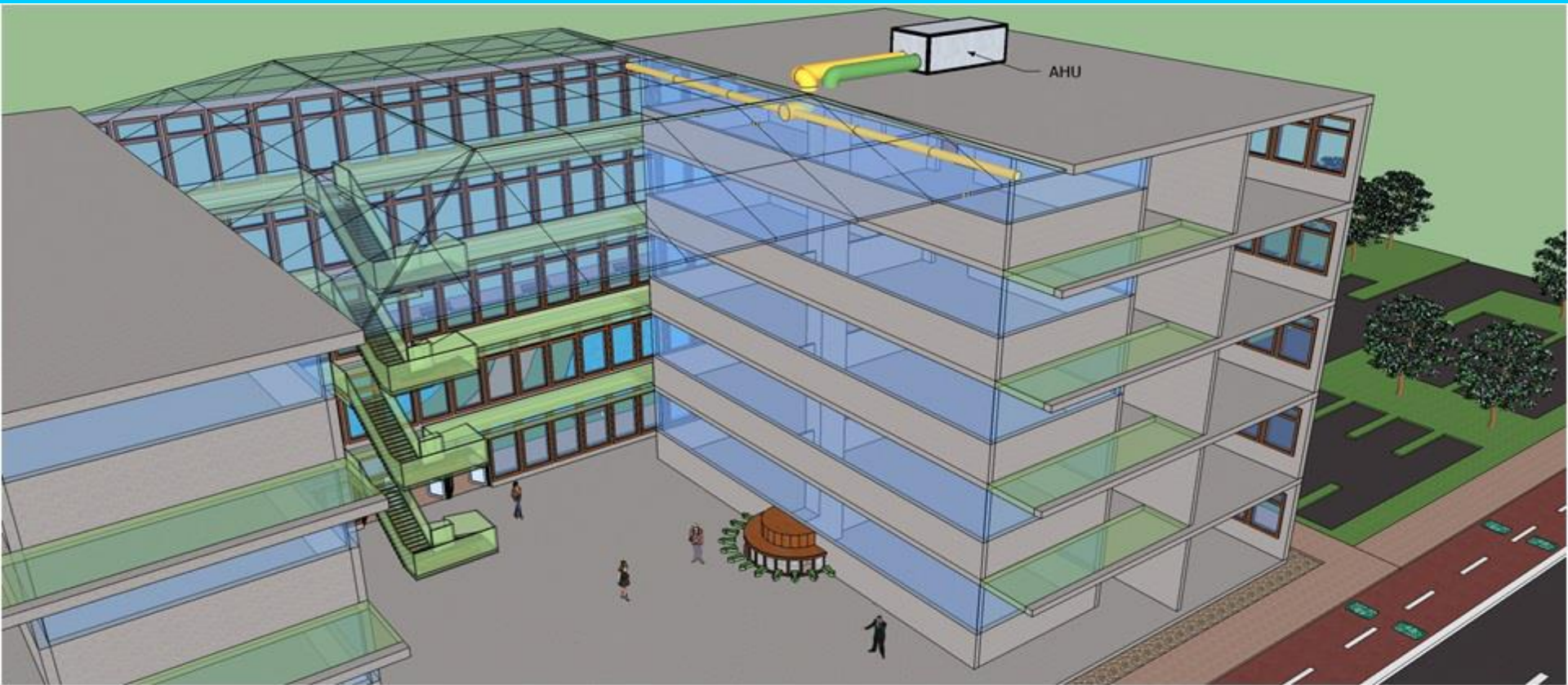
# Desvantagens

Em períodos de maior insolação, podem ocorrer situações de sobreaquecimento.

A integração de chaminés solares ou a integração de outras soluções de fachada não são ainda comuns e o seu dimensionamento pode ser um desafio.



# Ventilação por varrimento total



“Displacement”

# Vantagens

**Garantia de elevada qualidade do ar interior.**

**Funcionamento silencioso.**

**Poupança de energia, ao garantir os mesmos padrões de conforto térmico e de qualidade do ar interior com menores caudais de ar do que um sistema de ventilação por mistura. Conceção ideal, para pés direitos superiores a 3 metros.**

**O sistema não é sensível a variações de cargas internas, mantendo-se o desempenho quaisquer que sejam as condições de carga.**

# Desvantagens

**Vantagens menores ou inexistentes, se utilizado em espaços com tetos baixos (< 3.5 m).**

**Os elementos terminais de difusão podem ser de maiores dimensões e ocupar muito espaço livre de parede/pavimento.**

**O mobiliário tem que ser distribuído de acordo com a localização dos elementos de difusão.**

**Junto dos elementos de difusão podem sentir-se correntes de ar.**

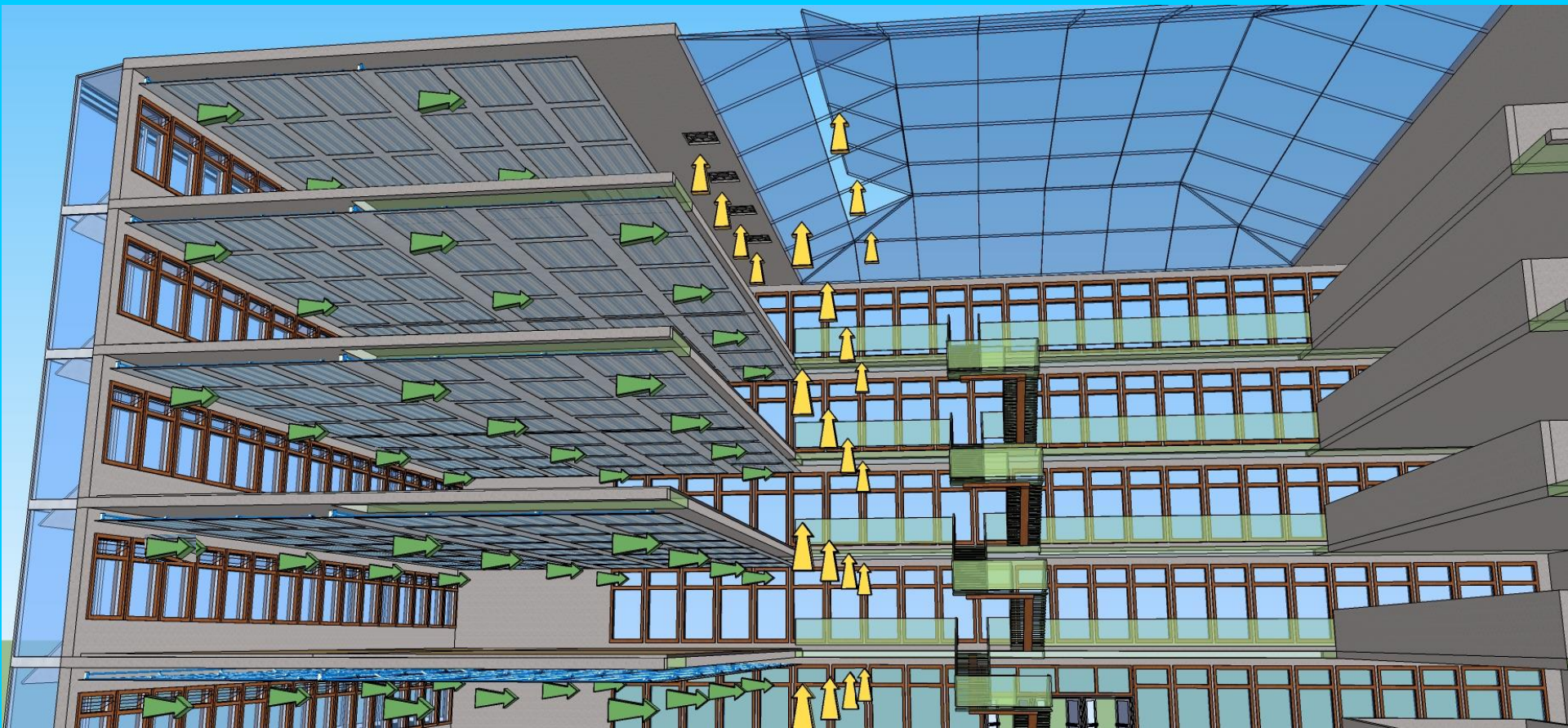
**De um modo geral, os sistemas de ventilação por varrimento total “Displacement” obrigam a um sistema alternativo de aquecimento.**



# Ventilação mista (Forçada e Natural)



# Ventilação mista (Forçada e Natural)



# Vantagens

Poupança de energia elétrica.

Melhor controlo da temperatura do ar interior quando comparado com sistemas de ventilação natural.



# Desvantagens

Cargas térmicas de arrefecimento/aquecimento superiores, em sistemas de ventilação natural, que são, também, inadequados para zonas com climas severos.

Regulação, testes, ensaios e medições complicados .

Partículas e contaminantes do ar exterior podem entrar no edifício.

**A recuperação de calor é difícil.**

Necessidade de algoritmos de controlo complicados de modo a efetivamente tirar partido da combinação da ventilação natural e mecânica.



# Fachada

Ympäristöotalo  
Cidade de Helsínquia, Centro Ambiental



Estão devidamente detalhados no livro  
AVAC em Edifícios de Escritórios  
Sustentáveis

- Uma ponte entre proprietários e  
engenheiros

Estes sistemas foram aplicados neste Centro Ambiental e estão  
correntemente em Avaliação de Desempenho.

# Multifuncional



ORDEM  
DOS  
ENGENHEIROS

# 14.<sup>AS</sup> JORNADAS DE ENGENHARIA DE CLIMATIZAÇÃO

**Apresentação do livro**

## **AVAC em Edifícios de Escritórios Sustentáveis**

**- Uma ponte entre proprietários e  
engenheiros**

Copyright © 2012 by REHVA

Federation of European Heating, Ventilation and Air conditioning  
Associations

Federação Europeia das Associações de Aquecimento, Ventilação e  
Ar Condicionado



**Tradução: Eng<sup>a</sup> Luísa Vale**



**AVAC**

**em Edifícios de Escritórios  
Sustentáveis**

**- Uma ponte entre  
proprietários e engenheiros**

REHVA GUIDEBOOK

**Edição Ordem Dos Engenheiros**

Maija Virta (ed.)

Frank Hovorka

Andrei Litiu

Jarek Kurnitski

**REHVA**

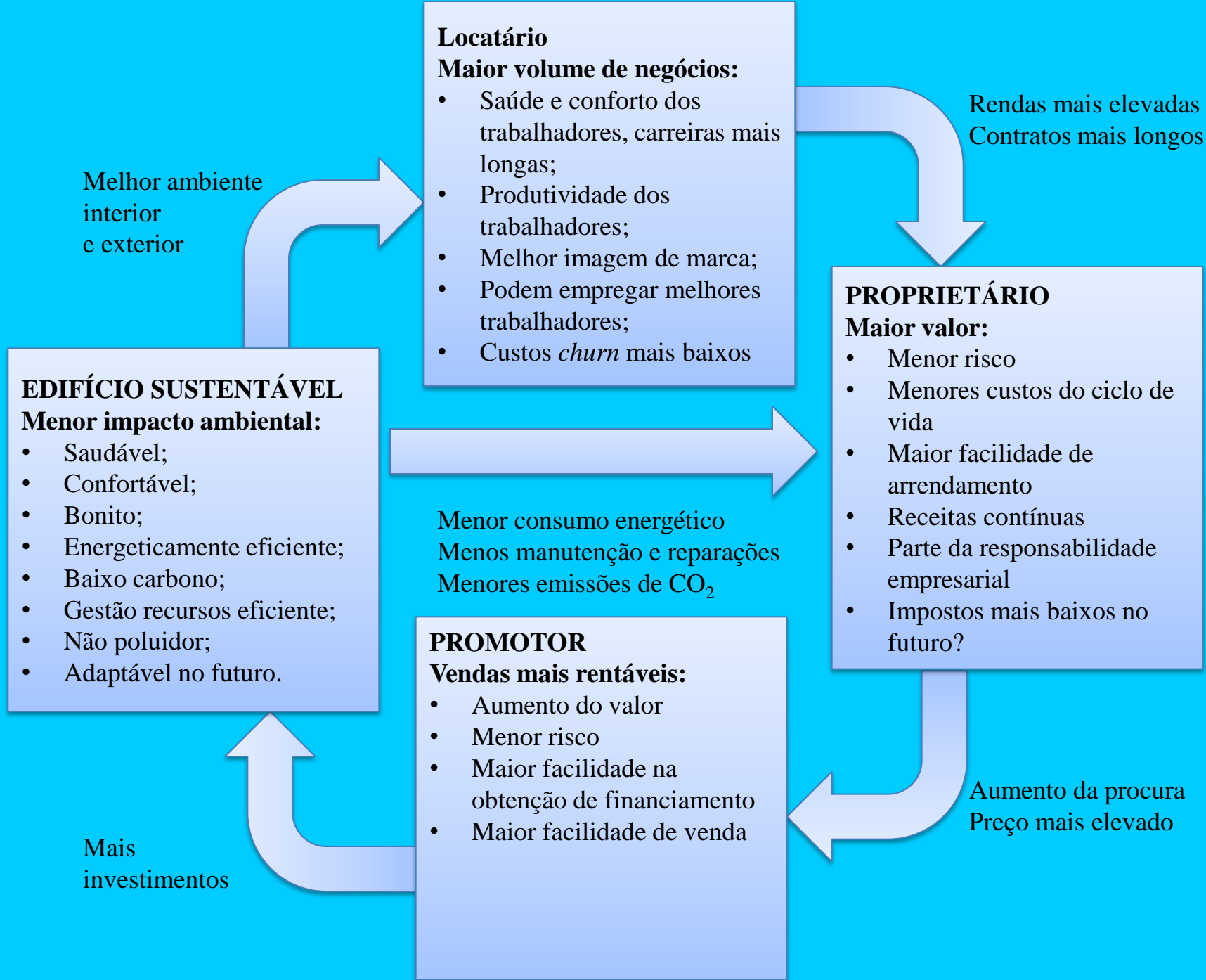
Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning Associations

GUIDEBOOK NO 16

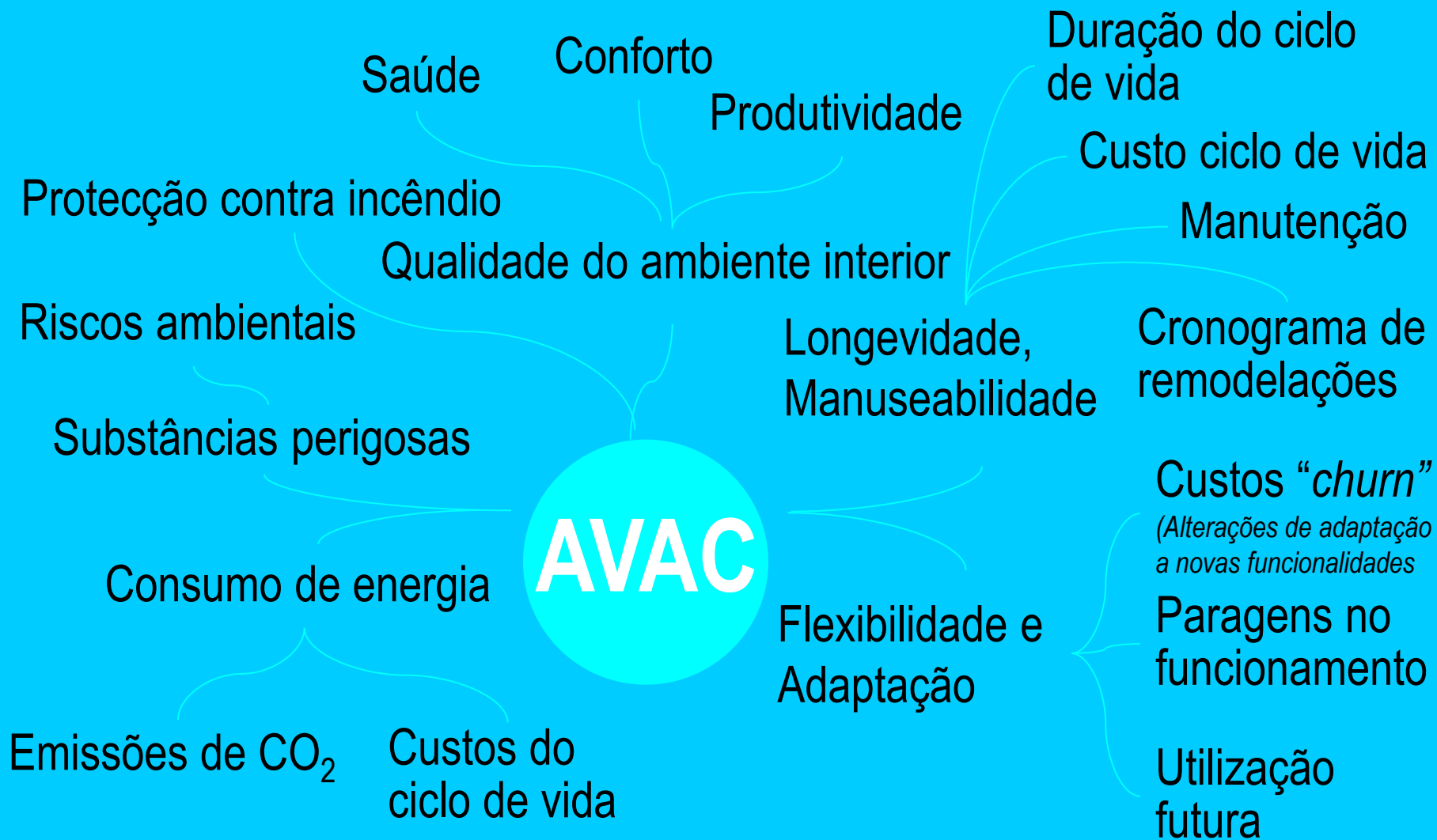
**Revisão: Comissão de Especialistas de  
Climatização**

- Este livro foi escrito com a intenção de **estabelecer uma ponte entre a comunidade do sector imobiliário e a comunidade das engenharias.**

Pretende explanar os desafios da avaliação imobiliária, com base em dados concretos, e a forma como a sustentabilidade e os sistemas AVAC podem influenciar o seu valor. Reúne, também, informação sobre as mais recentes tecnologias, AVAC e outras, utilizadas em edifícios sustentáveis, apresentando alguns exemplos sobre a forma de casos de estudo









## INFORMAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DO EDIFÍCIO

### INFORMAÇÃO SOBRE O CICLO DE VIDA DO EDIFÍCIO

### COMPLEMENTAR

#### FASE PRODUÇÃO MATERIAIS

Fornecimento de  
matérias primas

Transporte

Produção

#### FASE DE CONSTRUÇÃO

Transporte

Construção e  
instalação

#### FASE DE OPERAÇÃO

Utilização

Manutenção

Reparação

Susbsituição

Remodelação

Consumo energético operacional

Consumo de água operacional

#### FIM DE VIDA

Desconstrução e  
demolição

Transporte

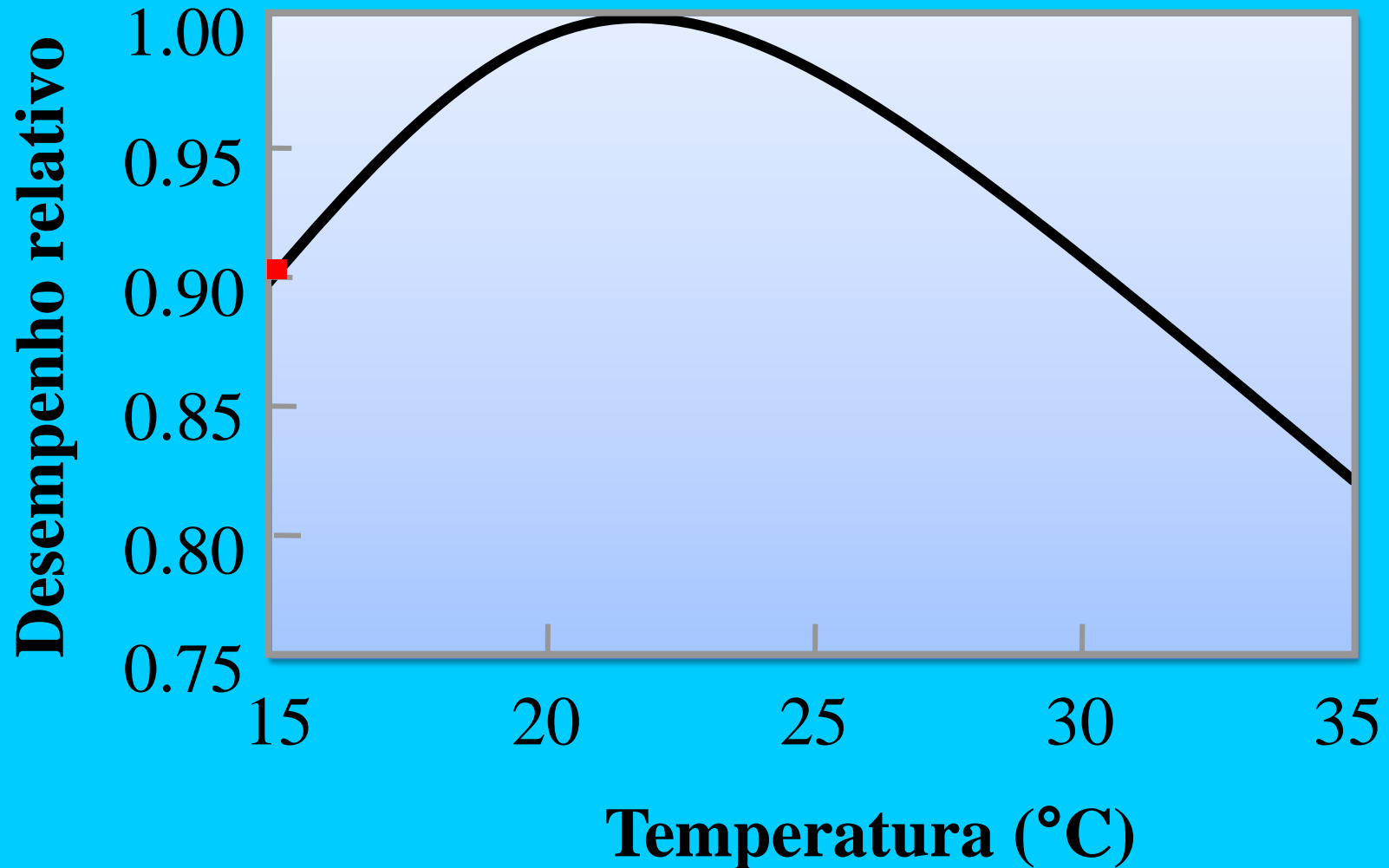
Tratamento de  
resíduos

Eliminação

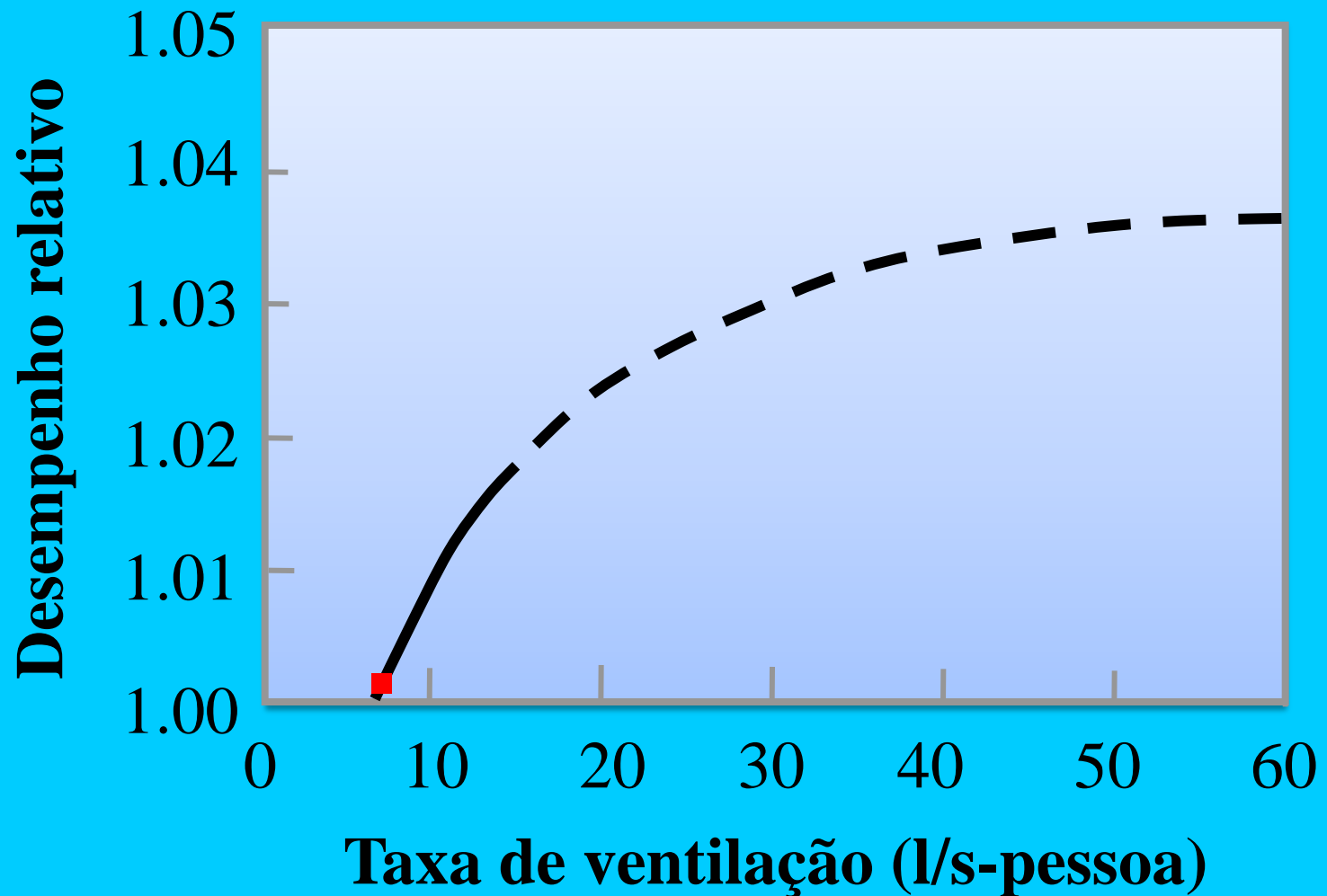
#### PARA ALÉM DO TEMPO DE VIDA

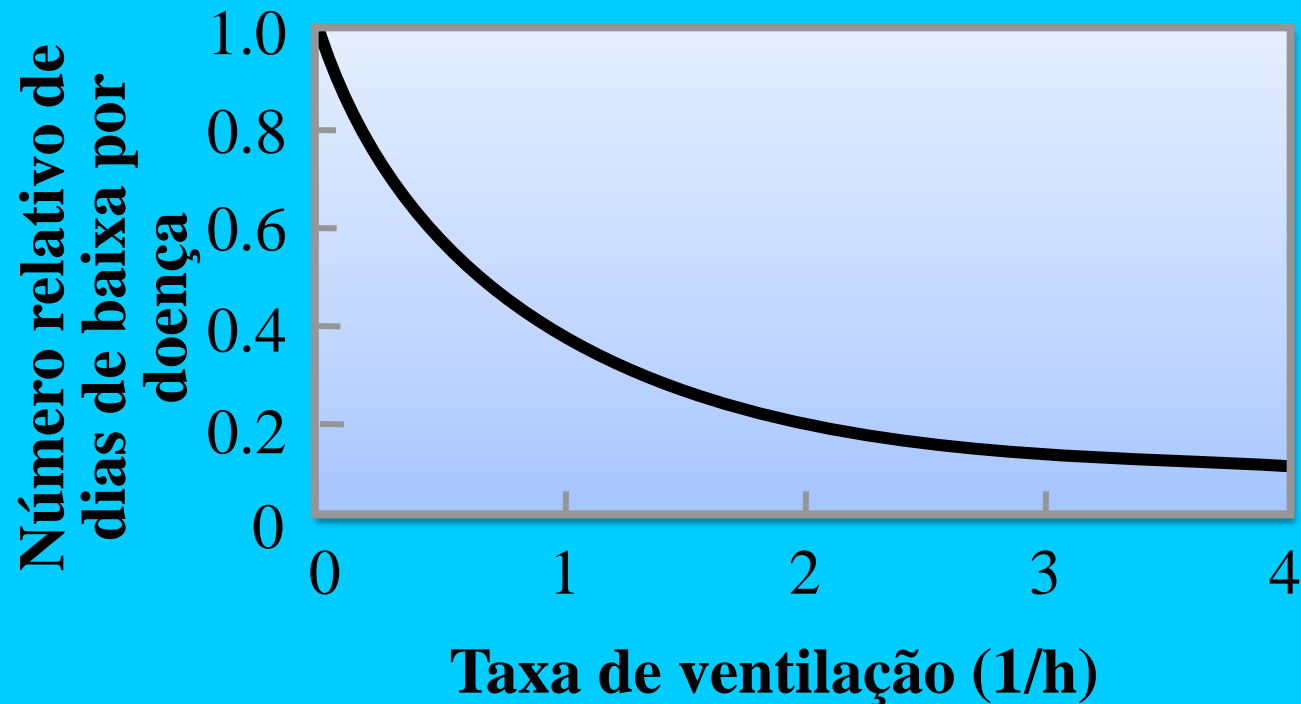
Re-utilização,  
recuperação,  
potencial de  
reciclagem

*Desempenho relativo vs. temperatura do ar interior (Manual Rehva Nº 6, dedicado à qualidade do ambiente interior e produtividade).*



Desempenho relativo dos trabalhadores vs. caudal de ventilação em l/s-pessoa, em relação a um caudal base de 6.5 l/s-pessoa (*Manual Rehva N° 6, dedicado à qualidade do ambiente interior e produtividade*).





*Relação entre os dias de baixa por doença e as taxas de ventilação  
(Manual Rehva Nº 6, dedicado à qualidade do ambiente interior e  
produtividade).*



**Os níveis de filtragem dependem da  
qualidade do ar exterior e da meta  
definida para a qualidade do ar  
interior (EN 13779) .**

Qualidade do ar exterior	Qualidade do ar interior			
	IDA 1 (Alta)	IDA 2 (Média)	IDA 3 (Moderada)	IDA 4 (Baixa)
ODA1	F9	F8	F7	F5
ODA2	F7 / F9	F6 / F8	F5 / F7	F5 / F6
ODA3	F7 / FG / F9	F7 / FG / F9	F5 / F7	F5 / F6
FG = filtro de gás – filtro de carvão activad e/ou químico				

Emissões→ Materiais ↓	COVs totais mg/m²h	Formaldeído mg/m²h	Amónia mg/m²h	IARC mg/m²h	Odor* %
Pouco poluentes	< 0,2	< 0,05	< 0,03	< 0,005	< 15
Muito pouco poluentes	< 0,1	< 0,02	< 0,01	< 0,002	< 10
* insatisfação com o odor					

Critérios de projeto para a humidade, temperatura ambiente interior ( EN 15251 )

Categoria	Humidade relativa de projecto para desumidificação %	Humidade relativa de projecto para humidificação %
I	50	30
II	60	25
III	70	20

Tipo de edifício ou espaço	Categoria	Temperatura operativa °C	
		Mínima em aquecimento	Máxima em arrefecimento
Gabinete*	I	21	25,5
	II	20	26
	III	19	27
Escritório em <i>open space</i> *	I	21	25,5
	II	20	26
	III	19	27
Sala de conferências*	I	21	25,5
	II	20	26
	III	19	27
Auditório*	I	21	25,5
	II	20	26
	III	19	27
Restaurante*	I	21	25,5
	II	20	26
	III	19	27
* actividades sedentárias ~ 1,2 met			

## Muitos fatores do ambiente interior afetam a saúde humana e o conforto.



# **Recuperação de energia térmica através dos vários sistemas disponíveis**

**Permutadores de placas**  
(recuperadores)

**Permutadores de roda térmica**  
(recuperadores) / (regeneradores)

**Permutadores de baterias**  
(run-around coil)



# Questões chave do AVAC na garantia da operação sustentável dos edifícios

Concepção do edifício	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conforto térmico</li><li>• Qualidade do ar interior</li><li>• Eficiência energética</li><li>• Segurança</li></ul>
Projecto dos sistemas AVAC	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistema de ventilação</li><li>• Sistema de aquecimento</li><li>• Sistema de arrefecimento</li><li>• Sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgotos</li><li>• Sistema de gestão técnica do edifício</li></ul>
Concurso e instalação	<ul style="list-style-type: none"><li>• Os materiais seleccionados respondem aos requisitos</li><li>• Limpeza dos sistemas e dos materiais</li><li>• Dados ambientais dos materiais utilizados</li><li>• Qualidade da instalação</li><li>• Resíduos no local ou em processo</li></ul>
Testes, ensaios e medições. Acompanhamento em garantia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todas as alterações foram documentadas</li><li>• Envolvimento e treino do pessoal de manutenção</li><li>• Compilação dos manuais do utilizador, técnicos e mapas de medição e verificação</li><li>• Avaliação após ocupação</li><li>• Testes ensaios e medições sazonais durante o 1º ano</li></ul>
Operação e manutenção	<ul style="list-style-type: none"><li>• Funções e responsabilidades do pessoal de manutenção</li><li>• Formação do pessoal de manutenção</li><li>• Manutenção e limpeza regulares</li><li>• Verificações contínuas durante todo o ciclo de vida</li><li>• Conscencialização e comportamento</li></ul>
Renovação e demolição	<ul style="list-style-type: none"><li>• Qualidade do ar interior e saúde</li><li>• Eficiência de recursos</li><li>• Plano de gestão de resíduos</li></ul>

# Casos de estudo.

Estes sistemas foram aplicados em diversos edifícios e estão correntemente em Avaliação de Desempenho.

Dijon, França

Gland, Suíça

Hofddorp, Holanda

Solna, Suécia

Helsínquia, Finlândia

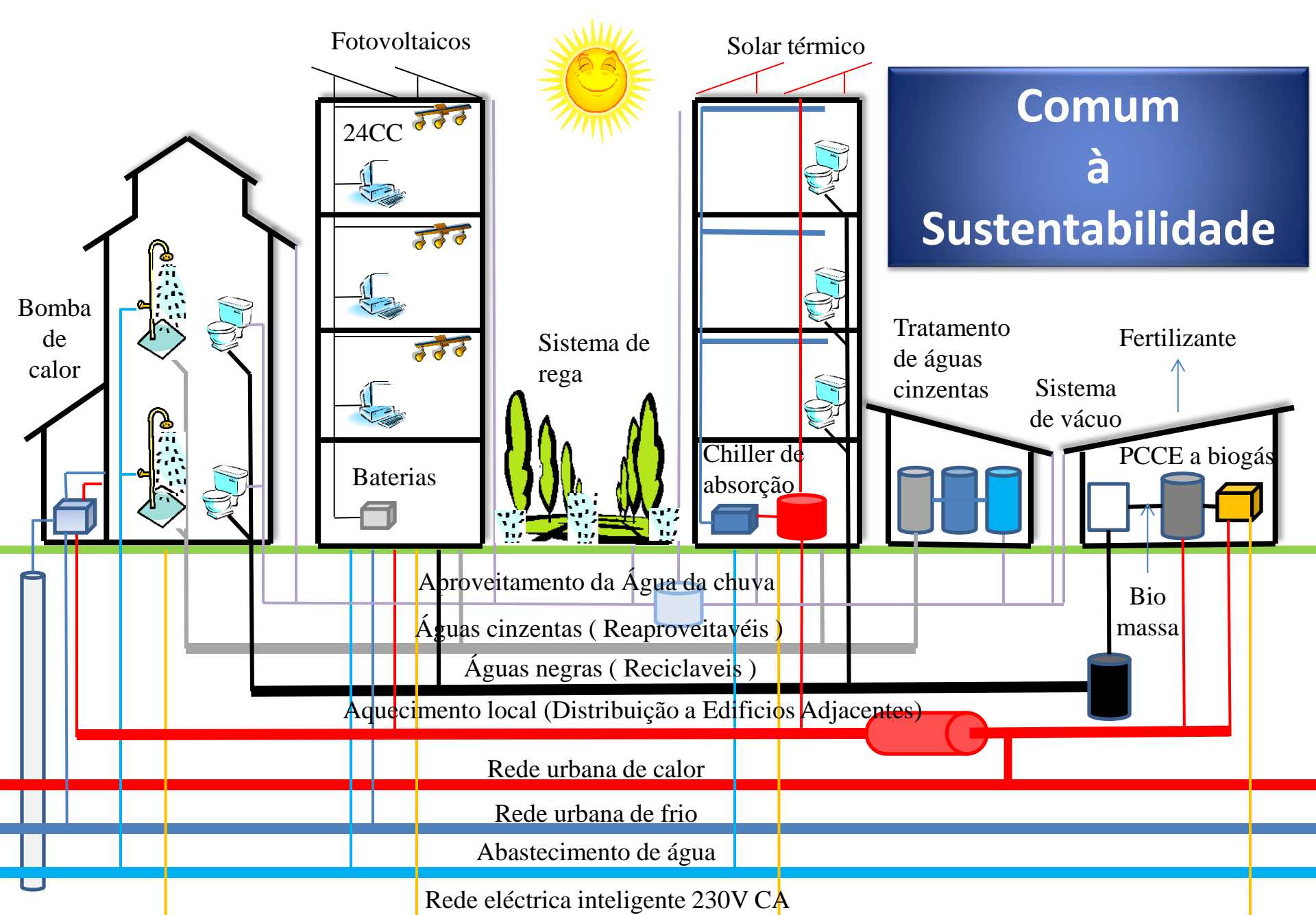
Requalificação Urbana

Certificação energética

Poupança de energia

Produção própria de energia

Climatização a muito baixo custo



Vale  
a  
pena  
ler!

