

Procura e Eficiência Energética III

O caso particular dos edifícios

Ricardo Araújo Sá (Eng.º Mecânico, Msc., Eng.º Térmica)

Edifícios Saudáveis Consultores – Ambiente e Energia em Edifícios, lda.

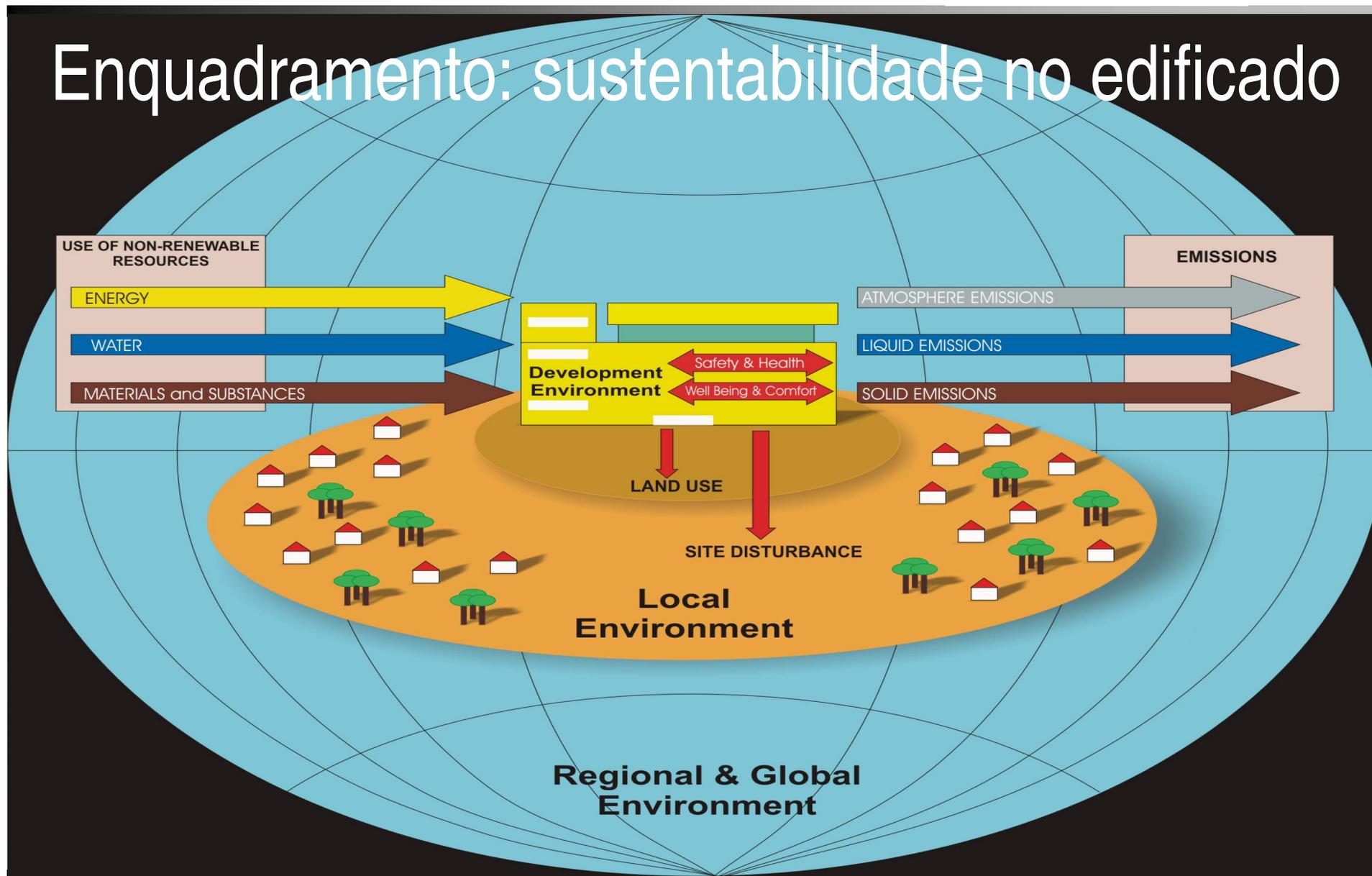
Rua de Salazares, 842

4100 – 442 Porto

+ 351 22 5322000 / + 96 2999044

rs@edificiossaudaveis.pt

Enquadramento: sustentabilidade no edificado



Sustentabilidade no Edificado

- Assunto complexo e multidisciplinar... mas cuja relevância tem vindo a motivar o desenvolvimento de várias ferramentas para suportar a definição de estratégias de intervenção:
 - USGBC (“United States Green Building Council”):
 - LEED (“Leadership in Energy and Environmental Design”), desde 2000 (“consensus-driven”, bottom-up approach)
 - BRE (“British Research Establishment”):
 - BREEAM (“British Research Establishment Environmental Assessment Method”), desde 1990 (“institutional”, top-down approach).

Sustentabilidade no Edificado

- A título de exemplo:
 - LEED (USGBC):
 - Define uma escala de “mérito ambiental”:
 - “Certified” → “Silver” → “Gold” → “Platinum”
 - O mérito ambiental depende do desempenho relativamente a 5 áreas de impacto:
 - “Sustainable sites” (impactos locais);
 - “Water Efficiency”
 - “Energy & atmosphere;”
 - “Materials & Resources”;
 - “Indoor Environmental Quality”

Sustentabilidade no Edificado

- LEED Core & Shell (a título de exemplo):
 - Para cada área de impacto relevante define pré-requisitos (indispensáveis à obtenção de qualquer grau de mérito) e requisitos (a conformidade com os requisitos permite a obtenção de pontos que são a base da classificação final):
 - “Certified”: 23 – 27 pontos (+ pré-requisitos)
 - “Silver”: 28 – 33 pontos (+ pré-requisitos)
 - “Gold”: 34 – 44 pontos (+ pré-requisitos)
 - “Platinum”: ≥ 44 pontos (+ pré-requisitos).
 - O número máximo de pontos possível é de 61;
 - O número total de edifícios registrados é de 2.500 e, até à data, apenas 320 edifícios conseguiram atingir mais de 23 pontos...

Sustentabilidade no Edificado

- LEED (a título de exemplo):
 - Sustainable Sites:
 - **Development Density & Community Connectivity**
 - **Brownfield Redevelopment**
 - **Alternative Transportation**, Public Transportation Access
 - **Alternative Transportation**, Bicycle Storage & Changing Rooms
 - **Alternative Transportation**, Parking Capacity
 - **Alternative Transportation**, Preferred Parking for Low Emitting and Fuel Efficient Vehicles
 - **Heat Island Effect**, Roof and Non-Roof
 - **Light Pollution Reduction**
 - **Tenant Design and Construction Guidelines**
 - ...

Sustentabilidade no Edificado

- LEED (a título de exemplo):
 - Water Efficiency:
 - Water Efficient Landscaping, No Potable Water Use
 - Water Use Reduction, 20% Reduction
 - ...
 - Energy & Atmosphere:
 - Fundamental Building Systems Commissioning
 - Minimum Energy Performance
 - CFC Reduction in HVAC&R Equipment
 - Optimize Energy Performance (10 pontos !!)
 - Renewable Energy, 1%
 - Refrigerant Selection
 - Measurement & Verification – Base Building
 - Measurement & Verification – Tenant Submetering
 - Green Power
 - ...

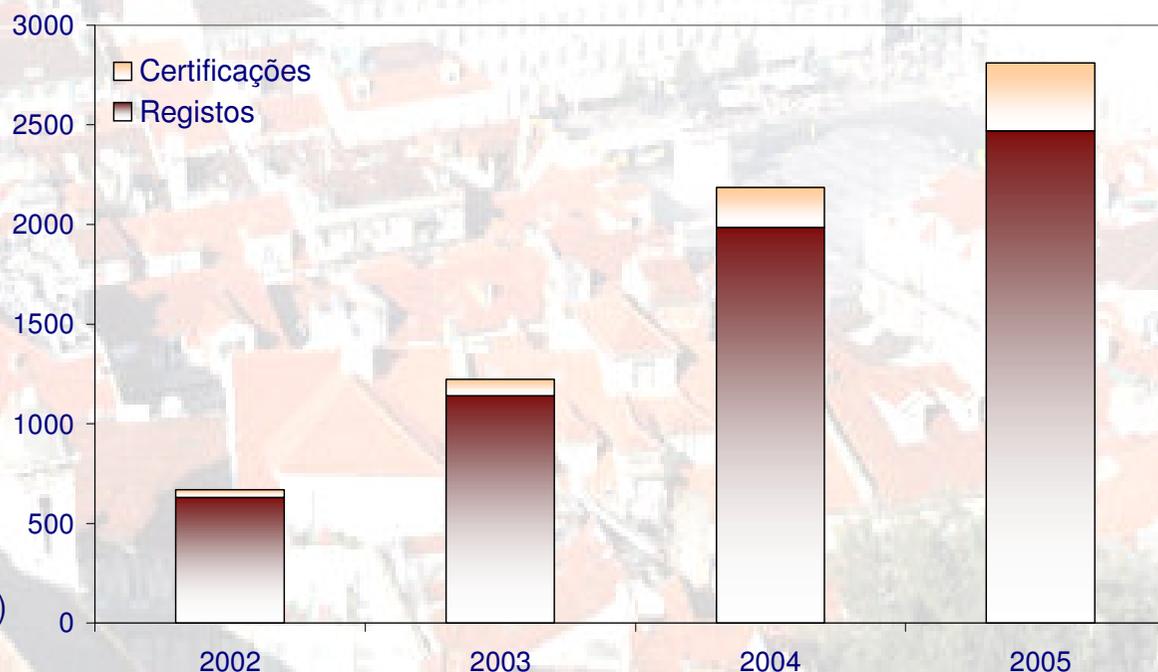
Sustentabilidade no Edificado

- LEED (a título de exemplo):
 - Materials & Resources:
 - Storage & Collection of Recyclables
 - Building Reuse
 - Construction Waste Management, Divert 50% or 75% From Disposal
 - Regional Materials, 10% Extracted, Processed & Manufactured Regionally
 - Certified Wood;
 - ...
 - Indoor Environmental Quality:
 - Minimum IAQ Performance (ventilation)
 - Environmental Tobacco Smoke (ETS)
 - Outdoor Air Delivery Monitoring
 - Increased Ventilation
 - Construction IAQ Management Plan, During Construction
 - Low-Emitting Materials, Adhesives & Sealants, Paints and Coatings, Carpet Systems, Composite Wood & Laminate Adhesives
 - Controllability of Systems, Temperature & Ventilation
 - Thermal Comfort, Compliance
 - Thermal Comfort, Monitoring
 - ...

Sustentabilidade no Edificado

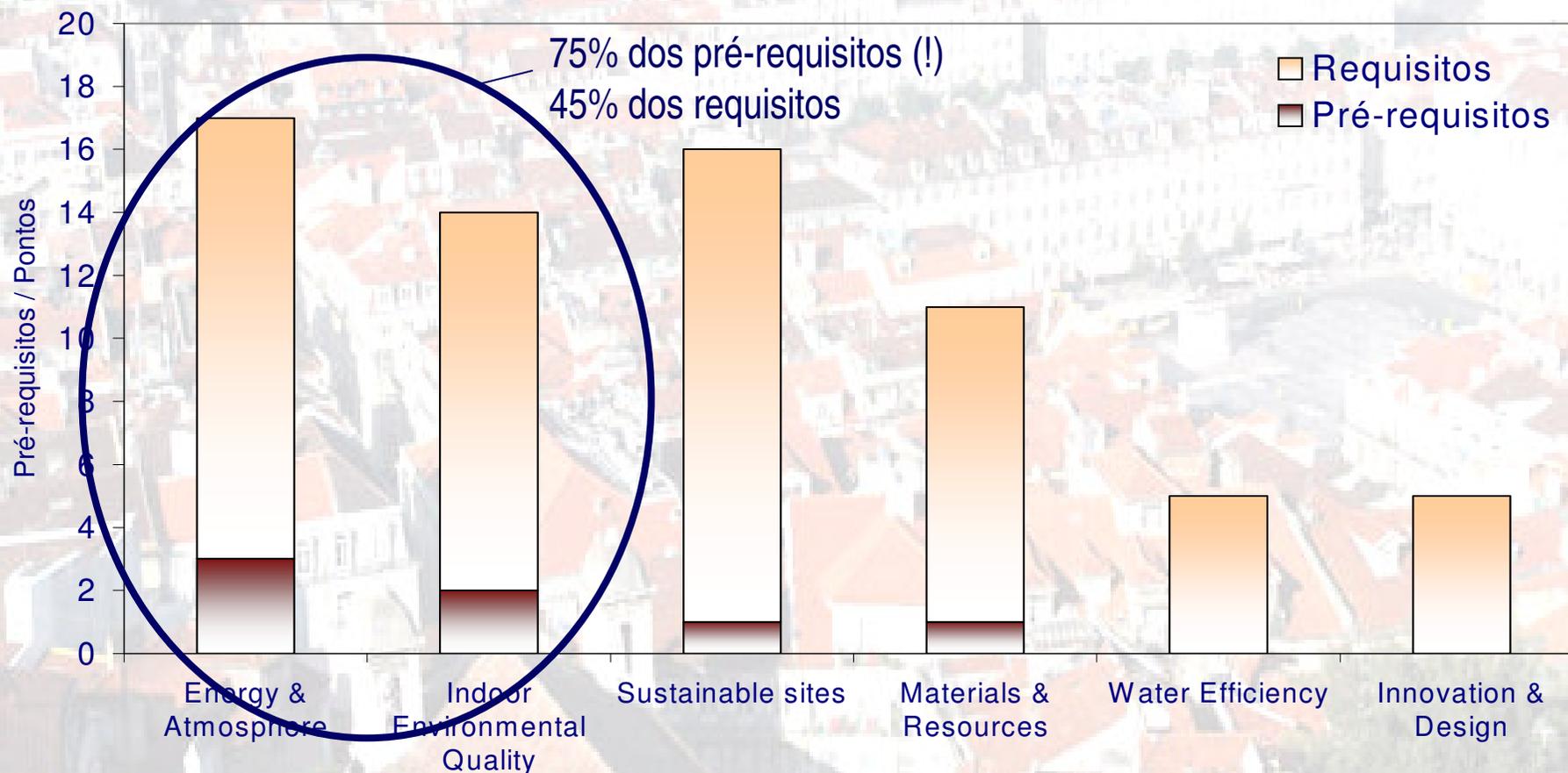
- LEED (a título de exemplo):
 - Em Portugal este tipo de abordagens ainda é residual, sendo que a maioria das vezes não existe qualquer estratégia ambiental e, quando existe, é pouco fundamentada. Mas a nível internacional a apetência por estas metodologias é crescente...

- Andorra
- Canadá
- China
- Espanha
- Emiratos Árabes Unidos
- Estados Unidos
- Islândia
- Índia
- Itália
- Japão
- Portugal (registado pela Edifícios Saudáveis)



Sustentabilidade no Edificado

- LEED (a título de exemplo):



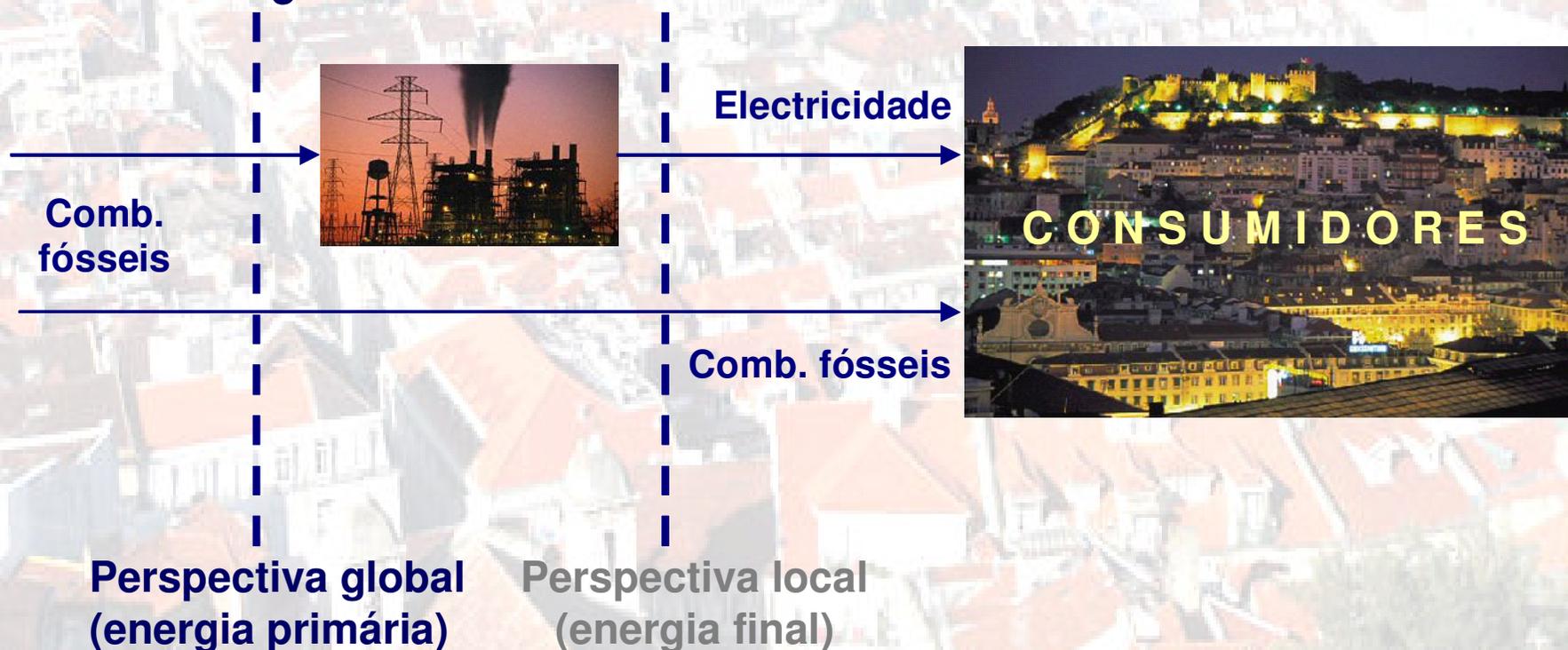


Sustentabilidade no edificado

- O assunto no seu todo é complexo e multidisciplinar mas parece não restarem quaisquer dúvidas de que a qualidade do ambiente interior e a energia são componentes absolutamente fundamentais da sustentabilidade...

Enquadramento: sustentabilidade no edificado

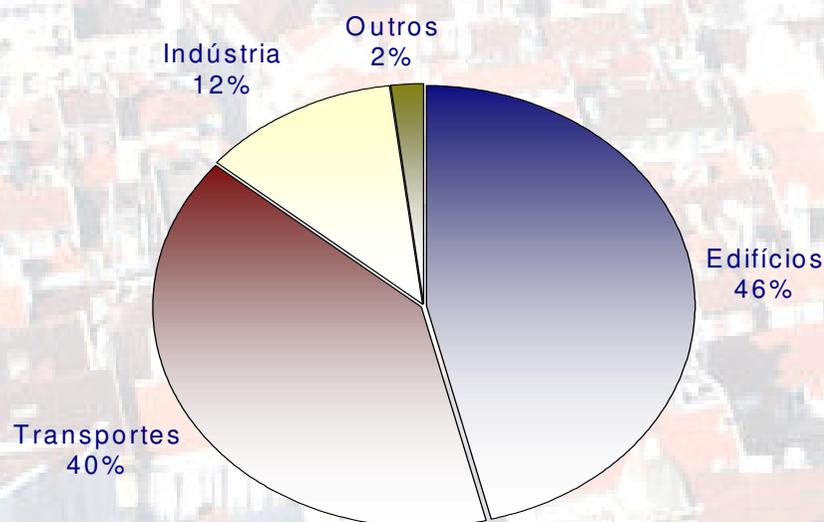
- A energia é uma componente relevante no impacto ambiental global de cada edifício. E os edifícios, no seu conjunto, utilizam muita energia...



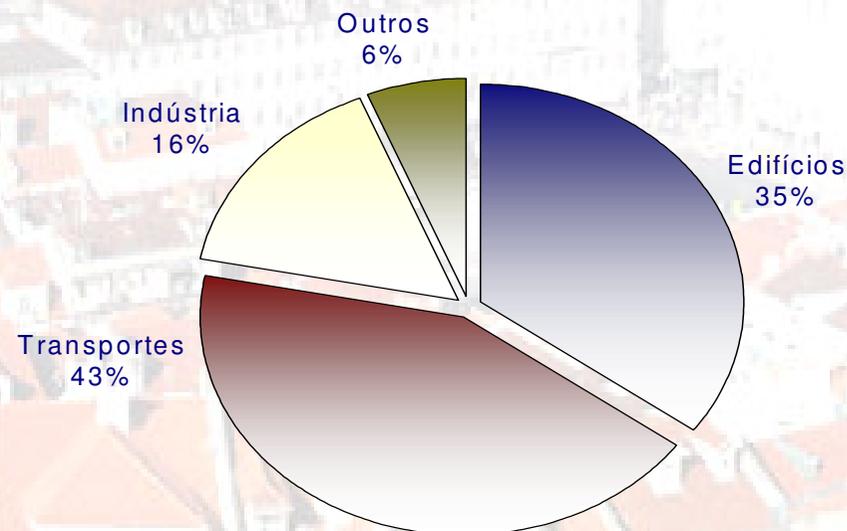
Enquadramento: sustentabilidade no edificado

- Utilização de energia nos edifícios:
 - Dados DGGE, 2002: 22% do consumo de energia final em Portugal...

Energia Primária (dados ESC)



Lisboa, 2002



Açores, 2001

Enquadramento: sustentabilidade no edificado

- Conclusões:
 - O objectivo de construir “edifícios energeticamente eficientes” é pouco ambicioso e está gradualmente a ser substituído pelo objectivo de construir edifícios “ambientalmente relevantes” (“sustentáveis);
 - No entanto, a eficiência energética continua a ser uma vertente absolutamente incontornável da sustentabilidade no parque edificado...
 - ... pelo que o tema “Eficiência Energética nos Edifícios” é muito relevante e continua (e continuará) a ser oportuno.

Introdução: cultura tradicional...

Alguns
conceitos:
a cultura
energética
tradicional...

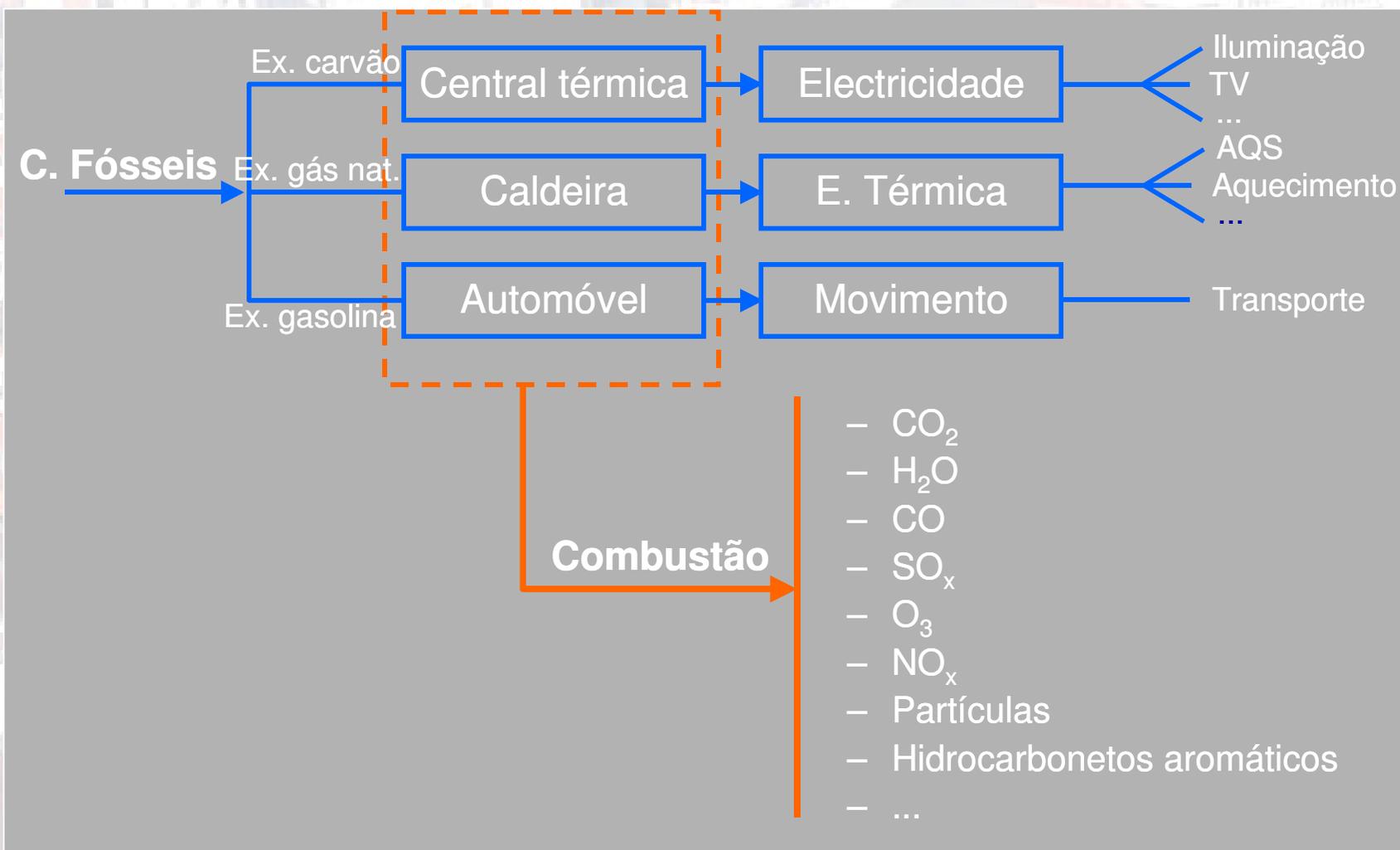


Introdução: cultura tradicional...

Alguns
conceitos:
...claramente
numa perspectiva
de “supply-side
management”...



Introdução: pressão ambiental insustentável...



Introdução: pressão ambiental insustentável...

... a um nível local...



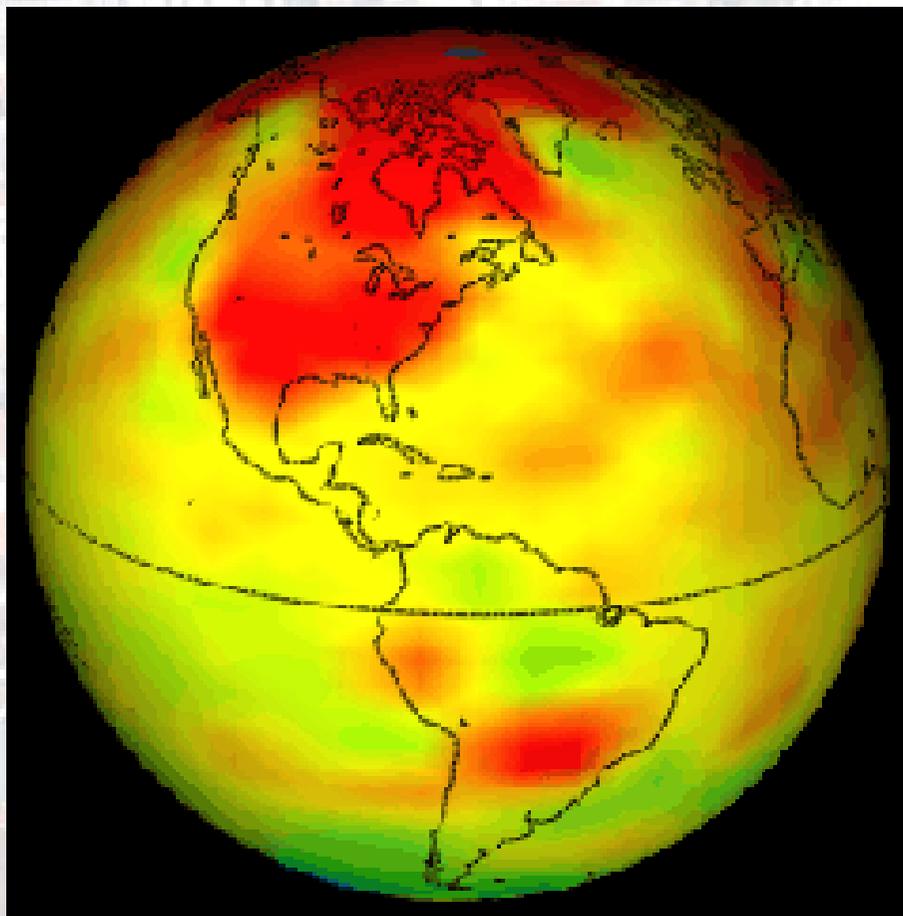
Introdução: pressão ambiental insustentável...

... a um nível regional...



Introdução: pressão ambiental insustentável...

... e até à escala do planeta...



Introdução: mudança de perspectiva

Pelo que:

- a mudança de perspectiva (do “*supply-side*” para o “*demand-side*”) é indispensável, sendo já um “dado adquirido”...
- a eficiência energética é já (OU VAI SER, NO MUITO CURTO-PRAZO...) uma das “condicionantes” do projecto de todos os novos edifícios.

Introdução: mudança de perspectiva

Mas atenção:

- a redução de consumos tem mesmo que passar pela eficiência ...
- não se podem repetir erros do passado, procurando reduzir consumos à custa da qualidade dos serviços energéticos (recorde-se o que aconteceu na década de 70, quando em virtude das primeiras crises do petróleo, a necessidade de reduzir consumos energéticos conduziu a reduções nas taxas de ventilação dos edifícios que levaram ao aparecimento dos “primeiros” casos de “Síndrome do Edifício Doente”...)

Estratégia para a Eficiência

- O problema:
 - Minimização das necessidades energéticas:
 - Arquitectura: implantação, dimensionamento dos vãos envidraçados, forma, distribuição interna dos espaços, ...;
 - construção: qualidade dos vãos envidraçados – vidros, sombreamentos, caixilharias –, níveis de isolamento térmico, ...
 - utilização de equipamento de elevada eficiência de conversão de energia final (ex.: electricidade) em efeito útil (ex.: iluminação): lâmpadas, electrodomésticos, computadores e afins, ar-condicionado, ...;
 - ...

↳ A lista é grande....

Estratégia para a Eficiência

- O problema:
 - Integração de energias renováveis para supressão das necessidades remanescentes:
 - Solar: conforto térmico, água quente sanitária, electricidade, ...
 - Biomassa: conforto térmico, água quente sanitária, ...
 - ...
 - Opções de abastecimento (energia final):
 - Gasóleo, gás natural, GPL, electricidade, “electricidade verde”, ...

↳ A lista é grande... mas os recursos (€) são, por definição, limitados → compromissos, opções, ...

↳ **ESTRATÉGIA !**

Estratégia para a Eficiência

- A “cultura tradicional”:
 - Picar algumas medidas “avulso”, sem grande critério (ex.: níveis de isolamento térmico reforçados e painéis solares para aquecimento de água sanitária) e “hastear” a bandeira do “Edifício Sustentável” (ou energeticamente eficiente...)...
 - Num edifício de serviços típico:
 - o aumento do isolamento térmico **pode** levar a um aumento dos consumos de energia pelo que o nível de isolamento deve ser cuidadosamente definido (tendo também em conta a necessidade de acautelar o aparecimento de patologias construtivas – ex.: condensações, etc.);
 - a energia utilizada para aquecimento de água sanitária é residual...



Estratégia para a Eficiência

- A “*estratégia*”:
 - Para cada tipologia e para cada contexto climático (em certos casos, para cada edifício), definir o quadro de referência das diversas possibilidades de intervenção com viabilidade técnica, hierarquizando essas possibilidades em função do seu retorno energético ou ambiental:
 - $\text{kWh}_{\text{energia primária economizados}} / \text{€}_{\text{investido}}$
OU
 - $\text{tonCO}_{2\text{equiv evitadas}} / \text{€}_{\text{investido}}$
 - Seleccionar as medidas mais interessantes até ao limite da capacidade disponibilizada pelo investidor.
- ↳ Exige algum esforço durante a fase de projecto mas o custo é muito inferior ao de uma cozinha normalmente equipada...

Estratégia para a Eficiência

- A “*estratégia*”:
 - identificação clara e objectiva do patamar de qualidade actual (nível de referência);
 - identificação das oportunidades de intervenção com capacidade para melhorar o desempenho face ao nível de referência;
 - quantificação dos retornos:
 - Energético ($\text{kWh}_{\text{energia primária}}/\text{€}_{\text{investimento}}$);
 - Ambiental ($\text{CO}_2_{\text{evitado}}/\text{€}_{\text{investimento}}$, $\text{NO}_x/\text{€}_{\text{investimento}}$, ...);
 - Económico ($\text{€}_{\text{economia anual}}/\text{€}_{\text{investido}}$);
 - Imagem pública e responsabilidade social (CSR)
- associado a cada oportunidade de intervenção identificada.
- ↳ Sem preconceitos e com rigor

Estratégia para a Eficiência

- Algumas opções para a eficiência energética (exemplo):
 - Requisitos mínimos de qualidade térmica (legislação, patologias construtivas, ...);
 - Simulação térmica detalhada do edifício (para selecção criteriosa dos requisitos mais adequados);
 - Eficiência de todos os motores eléctricos: EFF1 (CEMEP)
 - excepções para os motores de baixa potência ou com factores de utilização muito baixos;
 - Eficiência dos “chillers” e das torres de arrefecimento (requisitos mínimos da ASHRAE 90.1);
 - Eficiência das caldeiras (requisitos mínimos da Directiva CE 92/42 ou ASHRAE 90.1);

Estratégia para a Eficiência

- Algumas opções para a eficiência energética (exemplo):
 - Eficiência dos sistemas de distribuição de fluidos (caudal variável);
 - Eficiência dos ventiladores (EN 13779, 2004);
 - Níveis de isolamento térmico de condutas e tubagens (RITE, ASHRAE 90.1);
 - Estratégias de controlo dos sistemas de ar-condicionado (free-cooling, controlo de QAI, ...);
 - Recuperação de calor (RCCTE, ASHRAE 90.1);
 - Definição de limites de potência máxima a instalar nos sistemas de iluminação (ASHRAE 90.1);
 - Definição de requisitos mínimos ao nível do controlo (e zonamento) e dos sistemas de iluminação

Estratégia para a Eficiência

- Algumas opções para a eficiência energética (exemplo):
 - Definição de requisitos de monitorização de consumos parciais;
 - Definição de requisitos ao nível dos sistemas de GTC;
 - Definição de requisitos ao nível da integração de energias renováveis;
 - ... Em cada projecto os custos e os "retornos ambientais" devem ser ajustados tendo em atenção as especificidades locais e deverão ser implementados os mais interessantes até ao limite de investimento que o promotor define tendo também em atenção as "outras" especificidades locais...
 - ↳ **ESTRATÉGIA !**

Uma referência à legislação (futuro...)



Só que:

- ↳ aprovação em Conselho de Ministros em 27 de Janeiro;
- ↳ eleições legislativas em 20 de Fevereiro;
- ↳ envio para o Gabinete da Presidência da República em 28 de Fevereiro (para promulgação)...
- ↳ **Não promulgado !**

Uma referência à legislação (antecedentes)

- ↳ Regulamento de Gestão dos Consumos Energéticos (RGCE):
 - ↳ Decreto-Lei 58/82 de 26 de Fevereiro;
 - ↳ Aplicável a todos os edifícios em funcionamento com um consumo anual de energia primária superior a 1.000 tep:
 - ↳ Centro Comercial: até 7.500 tep;
 - ↳ Hipermercado: até 2.000 tep;
 - ↳ Hotel (grande dimensão): > 1.000 tep;
 - ↳ Define limites máximos de consumo energético específico
 - ↳ Obriga à realização de auditorias energéticas periódicas (5 em 5 anos) e à definição de Planos de Racionalização dos Consumos Energéticos sempre que o consumo específico de energia seja superior ao limite máximo definido.

Uma referência à legislação (antecedentes)

↳ Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, DL 40/90):

- ↳ Aplicável ao licenciamento todos os edifícios;
- ↳ Define níveis mínimos de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios;
- ↳ A não conformidade com os níveis mínimos de qualidade definidos inviabiliza o licenciamento do edifício.

↳ Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE, DL 118/98):

- ↳ Aplicável ao licenciamento de todos os edifícios equipados com sistemas de climatização cuja potência de aquecimento ou arrefecimento seja superior a 25 kW;
- ↳ Define níveis mínimos de qualidade para os sistemas de climatização;
- ↳ A não conformidade com os níveis mínimos de qualidade definidos inviabiliza o licenciamento do edifício.

Uma referência à legislação (antecedentes)

↳ RGCE:

- ↳ limites máximos de consumo para o sector dos edifícios nunca foram definidos...;
- ↳ DGGE nunca sancionou nenhum edifício por falta de cumprimento deste regulamento...;

↳ RCCTE:

- ↳ as Câmaras Municipais geralmente incluem o “projecto térmico” no conjunto de documentação que deve integrar o processo de licenciamento;
- ↳ mas por falta de meios técnicos, o “projecto térmico” não é verificado, sendo apenas necessário um “Termo de Responsabilidade” emitido pelo projectista...

↳ RSECE:

- ↳ nem todas as Câmaras Municipais incluem o “projecto de climatização” no conjunto de documentação que deve integrar o processo de licenciamento;
- ↳ de qualquer modo, por falta de meios técnicos, o “projecto climatização” não é verificado (“Termo de Responsabilidade” emitido pelo projectista).

Uma referência à legislação (futuro ?)

↳ RGCE:

- ↳ deixará de se aplicar aos edifícios (embora, para já, não haja nenhuma disposição legal nesse sentido);

↳ RCCTE:

- ↳ o actual será revogado e substituído por outro com a mesma designação;
- ↳ âmbito restringido ao licenciamento de edifícios de habitação e de serviços sem sistemas de climatização

Uma referência à legislação (futuro ?)

↳ RSECE:

- ↳ o actual será revogado e substituído por outro com a mesmo acrónimo mas uma designação subtilmente diferente: “Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização em Edifícios”;
- ↳ âmbito alargado:
 - ↳ edifícios não residenciais em funcionamento com uma área útil $> 1.000 \text{ m}^2$ (com a excepção dos Centros Comerciais, Hipermercados, Supermercados e Piscinas Cobertas, cuja área útil máxima para exclusão será de 500 m^2);
 - ↳ licenciamento de edifícios não residenciais com áreas superiores aos valores indicados ou potências térmicas a instalar superiores a 25 kW ;
 - ↳ desempenho energético (sentido lato) e qualidade do ar interior;

Uma referência à legislação (futuro ?)

↳ RSECE:

↳ desempenho energético, licenciamento:

↳ introduz algumas disposições adicionais:

- ↳ obrigatoriedade do recurso a fontes renováveis (colectores solares, biomassa, geotermia);
- ↳ obrigatoriedade da ligação a redes urbanas de calor e de frio;
- ↳ obrigatoriedade da instalação de sistemas próprios de cogeração em Hospitais, Hotéis, Centros Comerciais com uma área útil superior a 10.000 m².

Salvo demonstração de “*não viabilidade económica*”

(definida pelo legislador como sendo que corresponde a períodos de retorno simples do investimento superiores a 8 anos)

Uma referência à legislação (futuro ?)

↳ RSECE:

↳ desempenho energético, funcionamento:

- ↳ definição de valores limite máximo para o consumo energético real (consumo específico);
- ↳ obrigatoriedade da realização de “levantamentos” energéticos periódicos (6 em 6 anos) a realizar por empresas independentes (cálculo do consumo específico por simples análise da facturação energética e levantamento dimensional do edifício);
- ↳ consumos específicos reais superiores aos máximos definidos:
 - ↳ realização de auditoria detalhada e de Plano de Racionalização de Consumos Energéticos (PRCE) num prazo máximo de 3 meses;
 - ↳ implementação obrigatória de todas as medidas de racionalização necessárias para reduzir os consumos específicos até, pelo menos, ao limite definido cuja tempo de retorno seja inferior a 8 anos;
- ↳ consumos específicos reais inferiores aos máximos definidos:
 - ↳ nova auditoria num prazo de 6 na anos.

Uma referência à legislação (futuro ?)

↳ RSECE:

↳ qualidade do ar interior, funcionamento:

- ↳ definição de níveis máximos de concentração para os principais poluentes do ar interior;
- ↳ obrigatoriedade da realização de auditorias periódicas à qualidade do ar interior (periodicidade variável entre 2 a 6 anos);
- ↳ se os níveis mínimos forem ultrapassados:
 - ↳ Plano de Acções Correctivas da Qualidade do Ar Interior, a submeter num prazo máximo de 1 mês após a realização da auditoria. Este plano deve ser acompanhado pelos resultados de nova auditoria que comprove que a situação de contaminação está ultrapassada;
 - ↳ se os níveis mínimos não forem ultrapassados:
 - ↳ nova auditoria à qualidade do ar interior num prazo máximo de 3 anos

CONCLUSÕES

- O objectivo de construir “edifícios energeticamente eficientes” é pouco ambicioso e deve substituído pelo objectivo de construir “ambientalmente relevantes” (“sustentáveis”);
- No entanto, a eficiência energética continua a ser uma vertente absolutamente incontornável da sustentabilidade no parque edificado pelo que o tema “Eficiência Energética nos Edifícios” é muito relevante e continua (e continuará) a ser oportuno;
- A importância e complexidade desta vertente da sustentabilidade exigem e a escassez de recursos típica de qualquer processo imobiliário exigem a adopção de uma estratégia séria, evitando a canalização de recursos para as soluções de maior visibilidade...

CONCLUSÕES

- A estratégia deverá obrigatoriamente passar pela:
 - identificação clara e objectiva do patamar de qualidade actual (nível de referência);
 - identificação das oportunidades de intervenção com capacidade para melhorar o desempenho face ao nível de referência;
 - quantificação do custo e dos “retornos” (a vários níveis) associados a cada oportunidade.

CONCLUSÕES

- Prevê-se para breve a (re-)introdução de legislação que poderá contribuir para aumentar a “racionalidade” das estratégias de racionalidade energética;
- Esta legislação irá também debruçar-se sobre a qualidade do ar interior, o que é obviamente positivo;
- É portanto fundamental que a legislação venha a ser cumprida ...

Muito Obrigado

Ricardo Araújo Sá (Eng.º Mecânico, Msc., Eng.º Térmica)

Edifícios Saudáveis Consultores – Ambiente e Energia em Edifícios, lda.

Rua de Salazares, 842

4100 – 442 Porto

+ 351 22 5322000 / + 96 2999044

rs@edificiossaudaveis.pt