



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO  
Universidade Técnica de Lisboa



## **Desempenho Ambiental e Soluções Arquitectónicas Sustentáveis em Complexos Desportivos**

Aplicação do Sistema LiderA a um caso de estudo

**Ricardo Abel dos Reis Arrifano**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Arquitectura**

### **Júri**

Presidente: Prof. Doutor Pedro Manuel Gameiro Henriques (DECivil/IST)

Orientação: Prof. Doutor Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro (DECivil/IST)

Vogal: Prof. Doutor Manuel de Arriaga Brito Correia Guedes (DECivil/IST)

**Abril de 2009**

## Índice

---

<b>1. Introdução</b> .....	9
<b>2. Objectivos e abordagem da dissertação</b> .....	11
<b>3. Sustentabilidade e edificado – Enquadramento</b> .....	14
a. A sociedade, a energia e o consumo dos recursos naturais .....	14
b. Os impactes ambientais adversos .....	16
c. A escolha dos materiais de construção .....	18
d. Sustentabilidade do meio edificado .....	19
<b>4. Construção sustentável em espaços desportivos – Estado da arte</b> .....	23
a. Critérios de sustentabilidade e aplicações na fase inicial de um projecto .....	23
b. Medidas passivas de racionalização dos consumos energéticos .....	30
c. Medidas activas de racionalização dos consumos energéticos .....	33
d. <i>Portugal Eficiência 2015</i> – Plano nacional de acção para a eficiência energética .....	35
<b>5. Princípios do sistema <i>LiderA</i> para a sustentabilidade nos espaços desportivos</b> .....	37
a. Enquadramento internacional .....	37
b. <i>LiderA</i> : sistema de avaliação da construção sustentável em Portugal .....	38
c. Princípios de sustentabilidade a integrar em espaços desportivos .....	40
<b>6. Caso de estudo - Centro de treino de Pentatlo Moderno</b> .....	46
a. Enquadramento da modalidade e descrição .....	46
i. Definição de um programa de usos .....	48
ii. Localização e adaptabilidade de usos do centro de treino .....	49
iii. Optimização funcional e ambiental na implantação .....	50
iv. Sustentabilidade na escolha dos materiais .....	52
v. Sistemas de optimização e aproveitamento de energia renovável .....	54
vi. Inovação e outros aspectos a considerar .....	56

b. Orientações e verificação de critérios do sistema LiderA .....	59
i. Atribuição de níveis de desempenho aos respectivos critérios.....	60
ii. Análise crítica .....	67
<b>7. Conclusões</b> .....	<b>70</b>
Referências bibliográficas	
Anexos	

## **Agradecimentos**

---

Ao Prof. Dr. Manuel Duarte Pinheiro pela objectividade e apoio imprescindível com que sempre acompanhou o decorrer desta dissertação.

## **Resumo analítico**

---

Numa época em que as alterações climáticas condicionam as actividades humanas em geral, precipitando a mudança de mentalidades e das práticas correntes no sector da construção, esta dissertação pretende de alguma forma abordar a temática do desempenho ambiental e das soluções arquitectónicas sustentáveis em espaços desportivos.

Desta forma é feita inicialmente uma abordagem enquadrada no panorama actual do parque edificado, onde se identificam os impactes ambientais desde a depleção dos recursos naturais até à escolha dos materiais de construção a aplicar num determinado projecto. De seguida abordam-se os critérios de sustentabilidade que devem enquadrar os espaços desportivos desde as fases preliminares de um projecto, identificando as medidas passivas e activas que devem ser tomadas de forma a racionalizar os consumos de energia.

Neste sentido tornou-se importante perceber de que forma os sistemas internacionais de avaliação da sustentabilidade nos edifícios podem ser uma mais-valia neste processo, com especial ênfase no sistema LiderA, acrónimo de liderar pelo ambiente. É com base neste sistema, desenvolvido e patenteado em Portugal, que a dissertação explora o caso de estudo de um centro de treino de Pentatlo Moderno (modalidade interdisciplinar que inclui tiro, natação, esgrima, hipismo e corrida) na sua fase conceptual, em que o LiderA é aplicado de forma a avaliar o grau de sustentabilidade deste espaço desportivo.

Palavras-chave:

- Sustentabilidade;
- Sistema LiderA;
- Desempenho ambiental;
- Soluções arquitectónicas;
- Complexos desportivos;
- Pentatlo Moderno;

## **Abstract**

---

At a time where climatic changes keeps transforming human activities, mentalities and common practices within the construction sector, this dissertation intends to focus on the environmental performance and sustainable architectural solutions applied to sports facilities.

Therefore, the first step is to make an approach to the built environment in order to identify the environmental impacts that have been made, since the depletion of the natural resources until the construction materials that are going to be embodied in a certain project. Subsequently, there is an approach to the sustainable criteria in sports facilities that should frame the preliminary phases of a project, pointing out the passive and active design measures to be adopted in order to rationalize the energy consumption.

In this direction, it became important to perceive the role of the international systems that evaluate the sustainability in buildings, with special emphasis on the LiderA system, the acronym for leadership for the environment. Based on this system, developed and patented in Portugal, the dissertation explores the case study of a training facility for Modern Pentathlon (multi-disciplinary sport that includes shooting, fencing, swimming, riding and running) in its conceptual phase, where LiderA is applied in order to evaluate the sustainability status.

### Keywords:

- Sustainability;
- LiderA system;
- Environmental performance;
- Architectural solutions;
- Sports facilities;
- Modern Pentathlon;

## Índice de Figuras

---

- Figura 3 – 1** Hectares utilizados por quilómetro quadrado em todo o mundo.  
Fonte: WWF (2003)
- Figura 3 – 2** Pegada ecológica do planeta. Procura versus capacidade instalada.  
Fonte: WWF (2003)
- Figura 3 – 3** Painéis fotovoltaicos da aldeia olímpica de Newington.  
Fonte: Mirvac Lend Lease Village Consortium (SD)
- Figura 4 – 1** Necessidades úteis de energia estimadas para a Casa das Selecções.  
Fonte: AMES (2002)
- Figura 4 – 2** Emissões de CO2 para diversas formas de energia e para a Casa das Selecções.  
Fonte: AMES (2002)
- Figura 4 – 3** Esquema de retenção da energia solar através do efeito de estufa no *Water Cube*.  
Fonte: INGENIA (2007)
- Figura 4 – 4** Entrada do complexo desportivo *Mark R. Shenkman Training Centre*.  
Fonte: Gabinete de arquitectura HOK Sport
- Figura 4 – 5** Trajectória solar em relação ao meio construído nas diferentes estações do ano.  
Fonte: PINYONDESIGN (SD)
- Figura 4 – 6** Integração do BIPV como material de acabamento exterior.  
Fonte: RAYBOARD (2009)
- Figura 4 – 7** Classes de eficiência energética do SCE para edifícios.  
Fonte: ADENE (2009)
- Figura 5 – 1** Vertentes ambientais que estruturam o sistema LiderA.  
Fonte: LIDERA (2009)
- Figura 6 – 1** Modalidades do *Pentatlo Moderno*: tiro, esgrima, natação, hipismo e corrida.
- Figura 6 – 2** Novo formato *Combinado* para o tiro e a corrida.
- Figura 6 – 3** Centro de Arte Paul Klee como exemplo de integração na envolvente natural.  
Fonte: DETAIL (2005)
- Figura 6 – 4** Fachada orgânica do Centro de Arte Paul Klee orientada para a envolvente sul.  
Fonte: DETAIL (2005)
- Figura 6 – 6** Esquema de funcionamento da tecnologia *Smart Glass*.  
Fonte: National Renewable Energy Laboratory.
- Figura 6 – 7** Conceito de funcionamento do pavimento *Sustainable Dance Floor*.  
Fonte: Sustainable Dance Club de Roterdão (2008).
- Figura 6 – 8** Conceito de funcionamento do pavimento *POWERleap* e possíveis aplicações.  
Fonte: POWERLEAP (2009)

## **Índice de Quadros**

---

- Quadro 4 – 1** Quadro resumo das vantagens associadas à utilização de colectores solares.  
Fonte: Gabinete da Presidência da República Portuguesa.
- Quadro 5 – 1** Primeiro conjunto de critérios associados à vertente da *Integração Local*.  
Fonte: LIDERA (2009).
- Quadro 5 – 2** Critérios do LiderA associados à vertente dos *Recursos*.  
Fonte: LIDERA (2009)
- Quadro 5 – 3** Critérios associados à vertente das *Cargas Ambientais*.  
Fonte: LIDERA (2009)
- Quadro 5 – 4** Vertente associada ao *Controlo Ambiental* e respectivos critérios.  
Fonte: LIDERA (2009)
- Quadro 5 – 5** *Adaptabilidade Socio-Económica* e respectivas áreas/critérios de acção do LiderA.  
Fonte: LIDERA (2009)
- Quadro 5 – 6** Critérios associados à vertente da *Gestão Ambiental e Inovação*.  
Fonte: LIDERA (2009)
- Quadro 6 – 1** Distribuição da avaliação dos critérios e respectivas percentagens.
- Quadro 6 – 2** Quadro resumo com a avaliação e níveis de desempenho das primeiras três
- Quadro 6 – 3** Quadro resumo com a avaliação e níveis de desempenho das últimas três vertentes.
- Quadro 6 – 4** Contribuição em percentagem para o Valor Final nas diversas áreas do LiderA.



## **Abreviaturas**

---

**ACV** Análise do Ciclo de Vida (das construções)

**ADENE** Agência para a Energia

**AMES** Agência Municipal de Energia de Sintra

**BREEAM** Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology

**FPPM** Federação Portuguesa do Pentatlo Moderno

**JO** Jogos Olímpicos

**LEED** Leadership in Energy and Environmental Design

**OCDE** Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

**RCCTE** Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

**RSECE** Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios

**SCE** Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

**UE** União Europeia

**UIPM** União Internacional do Pentatlo Moderno

**WWF** World Wide Fund (for nature)

## 1. Introdução

---

O criador dos Jogos Olímpicos da era moderna, o Barão Pierre de Coubertain, afirmou no início do século passado que *o desporto faz parte da herança de todos os homens e mulheres e a sua ausência nunca poderá ser verdadeiramente compensada* (BRAINYQUOTE, 2009). Esta herança constitui-se como um fenómeno social e económico com capacidade de unir os povos como mais nenhum outro fenómeno o conseguiu. Tem capacidade para promover não só a inclusão social das comunidades mas também valores éticos transversais a todos os estratos sociais, aumentando o sentido de responsabilidade de cada um de nós enquanto cidadãos da humanidade.

Neste contexto e numa época de violenta recessão económica à escala mundial, a que não se encontra alheio o aumento da procura e do preço dos combustíveis fósseis, que por sua vez potenciam a emissão de gases com efeito de estufa na atmosfera, é incontornável falar-se em sustentabilidade e preservação do meio ambiente. Se nos limitarmos ao sector da construção e em particular nos equipamentos desportivos, constatamos que, segundo um estudo do Eurobarómetro<sup>1</sup>, cerca de 60% dos cidadãos europeus praticam regularmente actividades desportivas, sendo que a sua grande maioria tem lugar em espaços pouco convidativos à prática desportiva e em alguns casos encontram-se até mesmo obsoletos. De facto, a maior parte das instalações desportivas públicas encontra-se desajustada da realidade em que vivemos, não só porque as exigências de conforto térmico, acústico e funcional se tornaram mais rigorosas mas também devido à sua pobre eficiência energética, enraizadas em soluções construtivas já ultrapassadas. Se a isto associarmos os usuais sistemas de águas quentes sanitárias com caldeiras a gásóleo ou gás natural, de potências bastante acima das necessidades, assim como a falta de *know-how* de gestores, funcionários e utentes em geral, é fácil deduzir que os custos de manutenção são insustentáveis para a conjuntura económica em que vivemos.

Assim, há que alterar este panorama não só pela vertente da sustentabilidade a longo prazo mas também pelo facto de os equipamentos desportivos hoje em dia serem um factor de visibilidade para uma determinada comunidade ou região, não só pela vertente desportiva mas também pela vertente social. Existem dois exemplos claros, distintos apenas na sua escala de abordagem, em que o factor visibilidade ao ser elevado traduziu num e traduzirá noutro, uma imagem de marca internacional: o **Centro Aquático Nacional da China** (denominado Water Cube – foi o complexo de piscinas olímpicas para os JO de Pequim 2008); e os **Jogos Olímpicos de Londres 2012** (pela promessa efectiva de ser a primeira Olimpíada sustentável, de acordo com os seus organizadores).

O Water Cube, nome que traduz a tal imagem de marca anteriormente referida, implementa um conjunto de soluções arquitectónicas sustentáveis, tais como: a estrutura exterior translúcida foi concebida para agir como uma estufa, não só permitindo a entrada de uma grande quantidade de luz natural, como também aquecendo a própria água da piscina e o ar interior de forma passiva. Adicionalmente funciona como fachada dupla ventilada, aumentando a massa térmica do edifício de

---

<sup>1</sup> Inquérito realizado em 2004 intitulado “*The Citizens of the European Union and Sport*”

forma que o ar interior da piscina se encontra a temperaturas semelhantes quer no verão quer no inverno. Desta forma, o consumo de energia estimado foi reduzido em cerca de 30% (INGENIA, 2007).

Os JO de Londres 2012 pretendem ser os primeiros JO sustentáveis no verdadeiro sentido da palavra. Foi elaborado um plano denominado *Towards a One Planet 2012*<sup>2</sup>, aprovado pelas entidades responsáveis pela organização do evento – Governo Inglês, Câmara de Londres, Associação Olímpica Inglesa e o Comité Organizador dos Jogos, estruturado em cinco temas-chave: Waste (resíduos), Climate Change (alterações climáticas), Biodiversity (biodiversidade), Inclusion (inclusão social) e Healthy Living (estilo de vida saudável). Cada um destes temas-chave engloba um conjunto de acções que visam reduzir o impacte ambiental, nomeadamente a utilização de resíduos como fonte de energia, de materiais com elevadas taxas de componentes reciclados ou assegurar que as instalações temporárias são projectadas de forma a poderem ser posteriormente recicladas, apenas para citar alguns exemplos no tema-chave dos Resíduos (Waste). Uma vez que os JO correspondem a uma intervenção alargada em espaços urbanos expectantes, o conceito de sustentabilidade abrange não só as instalações desportivas existentes e as temporárias (que se pretendem sustentáveis essencialmente do ponto de vista do consumo energético e de materiais) como também a revitalização do espaço público e dos ecossistemas naturais adjacentes.

É pois cada vez mais importante integrar a dimensão ambiental juntamente com os restantes aspectos que envolvem as soluções arquitectónicas de um qualquer projecto. No entanto há que ter em conta que é um processo que envolve tomada de decisões desde o estudo preliminar, passando pelo projecto e construção, até à manutenção e gestão pelo utilizador final. Os equipamentos desportivos têm particularidades funcionais que derivam em torno da actividade desportiva e é com base nessas particularidades que a integração da dimensão ambiental deve actuar. Tendo em conta que Portugal é um país com condições climáticas privilegiadas, é recorrente vermos equipamentos desportivos que não tiram partido da exposição solar mais adequada e ao mesmo tempo utilizando a luz natural indiscriminadamente, umas vezes em claro défice e outras vezes em excesso, consoante as necessidades funcionais dos espaços a utilizar.

Concretizando as ideias do parágrafo anterior, a presente dissertação tem como objectivo abordar a forma de se articular a dimensão ambiental com o sector da construção e em particular nos espaços desportivos, daqui resultando o tema **Desempenho Ambiental e Soluções Arquitectónicas Sustentáveis em Espaços desportivos**. O tema surgiu através de um desafio lançado pelo presidente da Federação Portuguesa do Pentatlo Moderno, o Prof. Manuel Barroso, no intuito de lançar bases sustentáveis para um futuro Centro de Treino da modalidade. Desta forma e como meio a enquadrar esta abordagem, a dissertação apoia-se no sistema de avaliação da construção sustentável e ambiente construído denominado **LiderA**. Este sistema, abordado com maior detalhe no decorrer da dissertação, define um conjunto de princípios sustentáveis que devem estar presentes desde as primeiras fases de estudo de um qualquer projecto arquitectónico.

---

<sup>2</sup> Disponível em <http://www.london2012.com/documents/locog-publications/london-2012-sustainability-plan.pdf>

## **2. Objectivos e abordagem da dissertação**

Pretende-se com esta dissertação abordar o tema da construção sustentável na elaboração de projectos para instalações desportivas, que se enquadrem na óptica da preservação dos recursos naturais e na redução dos impactes ambientais adversos.

Esta abordagem será apoiada no decorrer do desenvolvimento do trabalho por um sistema de avaliação ambiental denominado LiderA, que consiste num sistema de níveis de desempenho ambiental da construção numa óptica de sustentabilidade, vocacionado para abranger diferentes escalas espaciais da zona a intervencionar em termos construtivos, aplicado a um caso de estudo pré definido. Este caso de estudo desenvolve-se no âmbito de uma modalidade olímpica denominada **Pentatlo Moderno**<sup>3</sup>, sendo constituída por cinco disciplinas: tiro, esgrima, natação, hipismo e corrida. É um desporto multidisciplinar que apela à capacidade física (natação e corrida), técnica (esgrima e equitação) e psicológica (tiro) dos atletas em competição.

Deste modo, são algumas as motivações que me fizeram optar por este caso de estudo:

- O meu passado desportivo, primeiro como atleta da modalidade em percurso de alta competição (1995 até 2000), posteriormente como treinador responsável por um dos clubes da região de Lisboa (desde 2003) e mais recentemente com funções técnico/administrativas na federação (desde 2004);
- O desafio lançado pelo presidente da Federação Portuguesa do Pentatlo Moderno (FPPM), o Prof. Manuel Barroso<sup>4</sup>, no sentido de lançar as bases sustentáveis para o futuro centro de treino da modalidade;
- A sugestão do orientador da dissertação, o Prof. Manuel Duarte Pinheiro<sup>5</sup>, no sentido de incorporar o tema da sustentabilidade/LiderA como ferramenta fundamental de apoio ao projecto;

Desta forma, o objectivo principal desta dissertação passa pela identificação de soluções arquitectónicas sustentáveis associadas a espaços desportivos, integrando-as num caso de estudo conceptual para o futuro centro de treino de Pentatlo Moderno segundo os princípios e critérios do sistema LiderA. De certa forma pretende-se testar a adaptabilidade dos princípios deste sistema aos espaços desportivos, uma vez que esta tipologia de edifício nunca foi avaliada até à presente data. Esta dissertação encontra-se organizada e fundamentada por um suporte bibliográfico teórico sobre

---

<sup>3</sup> A modalidade é conduzida em Portugal pela FPPM, Federação Portuguesa do Pentatlo Moderno, disponível na internet em [www.fppm.pt](http://www.fppm.pt) e a nível internacional pela UIPM, União Internacional do Pentatlo Moderno, disponível na internet em [www.pentathlon.org](http://www.pentathlon.org)

<sup>4</sup> Ex-atleta da modalidade presente em quatro Jogos Olímpicos: Los Angeles 84, Seul 88, Barcelona 92 e Atlanta 96.

<sup>5</sup> Professor, doutorado em Engenharia do Ambiente e docente do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do IST - Instituto Superior Técnico e director do IPA – Inovação e Projectos em Ambiente.

as mais diversas áreas ligadas à sustentabilidade, apesar de nenhuma das referências que em seguida se mencionam abordar especificamente a sustentabilidade dos espaços desportivos.

A primeira referência é o livro *Ambiente e Construção Sustentável* (PINHEIRO, 2006), que pretende ser um guia de abordagem dos aspectos ambientais no sector da construção, abordando sucintamente as grandes tendências ambientais, os impactes no ciclo de vida das construções, os instrumentos para a sustentabilidade na construção, os sistemas de certificação ambiental e o panorama ambiental da construção em Portugal.

Outra referência importante é o livro *Construção Sustentável – Soluções Eficientes Hoje, a Nossa Riqueza de Amanhã* (TIRONE, 2007), cuja intenção é conduzir o leitor a uma procura sistemática da sustentabilidade na construção, através da quantificação de conceitos e medidas de sustentabilidade menos quantificáveis e mais quantificáveis. Pretende alertar o leitor para a necessidade de optimização do desempenho ambiental na arquitectura quer o leitor seja um decisor na concepção de edifícios de habitação ou simplesmente o utilizador final.

Uma terceira referência bibliográfica é o livro *Novos Edifícios – Um Impacte Ambiental Adverso 03* (BENTO, 2007), onde se aborda os métodos de avaliação de impacte ambiental até aos factores que influenciam a escolha dos materiais de construção, para o caso de estudo do Pavilhão Atlântico. O principal conceito a reter deste livro é o conceito de *energia incorporada*, que corresponde à energia consumida desde a extracção de matérias-primas, passando pela energia consumida na sua transformação, no transporte e até à energia gasta para construir um determinado edifício. Desta forma, a sustentabilidade de um edifício é determinada não só pelo eficiente consumo energético durante a fase de utilização, como também pela quantidade de energia gasta desde a extracção das matérias-primas.

Uma outra publicação intitulada *Un Vitruvio Ecológico - Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible* (AAVV, 2007), tem como objectivo ser uma obra de referência para todos os que procuram fazer arquitectura de modo sustentável. É portanto um livro bastante prático que define de forma bastante clara os procedimentos a serem implementados como por exemplo as estratégias a seguir, os métodos e ferramentas a utilizar ou a escolha criteriosa dos materiais de construção, entre outros. São focados aspectos essenciais como o processo de projecto e de construção, as temáticas relacionadas com o projecto sustentável, as estratégias que devem ser tomadas, os materiais e a avaliação de impacte ambiental dos projectos.

A última publicação de referência diz respeito aos *Princípios e Critérios para a Construção Sustentável* (PINHEIRO, 2006) segundo a perspectiva do sistema LiderA. Pretende assegurar que os novos empreendimentos sejam projectados segundo princípios e políticas ambientais adequadas, de maneira a potenciar a utilização eficiente dos recursos naturais e reduzir os impactes ambientais que deles decorrem. Este sistema será uma das grandes referências bibliográficas da dissertação, pois lançará as bases necessárias ao desenvolvimento do estudo conceptual do centro de treino de Pentatlo Moderno. Existem naturalmente outras referências bibliográficas que apenas estão mencionadas na bibliografia final, uma vez que serviram como complemento ao conteúdo de determinados capítulos.

Após esta abordagem teórica, a dissertação explora um caso de estudo enquadrado pelo sistema LiderA<sup>6</sup>. Este é composto por seis grandes vertentes ambientais que definem a avaliação do centro de treino. A primeira vertente é a *Integração Local*, onde são abordados aspectos como a ocupação do solo, as alterações ecológicas da envolvente, o acesso e pressão sobre infra-estruturas e a mobilidade. A segunda vertente diz respeito aos *Recursos*, sendo abordada a forma como estes são consumidos e os impactes provocados no meio ambiente. A terceira vertente explora as *Cargas Ambientais*, em que a emissão de efluentes líquidos e atmosféricos, de resíduos sólidos e tóxicos e a poluição ilumino-térmica são temas fundamentais na relação que se estabelece entre os edifícios e a envolvente exterior. A quarta vertente aborda o *Conforto Ambiental* dos edifícios, através da medição dos níveis de qualidade do ar, de iluminação e sonoros, assim como o próprio conforto térmico. A quinta vertente diz respeito à *Adaptabilidade Socio-Económica*, em que se explora a relação entre a comunidade local e os espaços desportivos do centro de treino. A última vertente é a *Gestão Ambiental e Inovação* dos espaços desportivos, através da disponibilização de meios que assegurem a gestão dos mecanismos de desempenho ambiental, providenciando entre outros aspectos a necessária informação sobre as melhores práticas aos seus utentes.

Posteriormente e concluindo o conteúdo da dissertação, é efectuada uma análise crítica sobre os resultados obtidos no caso de estudo, sugerindo-se desenvolvimentos futuros para outras abordagens ao tema. Apesar de o conteúdo teórico ter sido suportado por bibliografia geral sobre o tema da sustentabilidade, houve algumas restrições na medida em que não foram encontradas obras que enquadrassem especificamente a sustentabilidade em espaços desportivos.

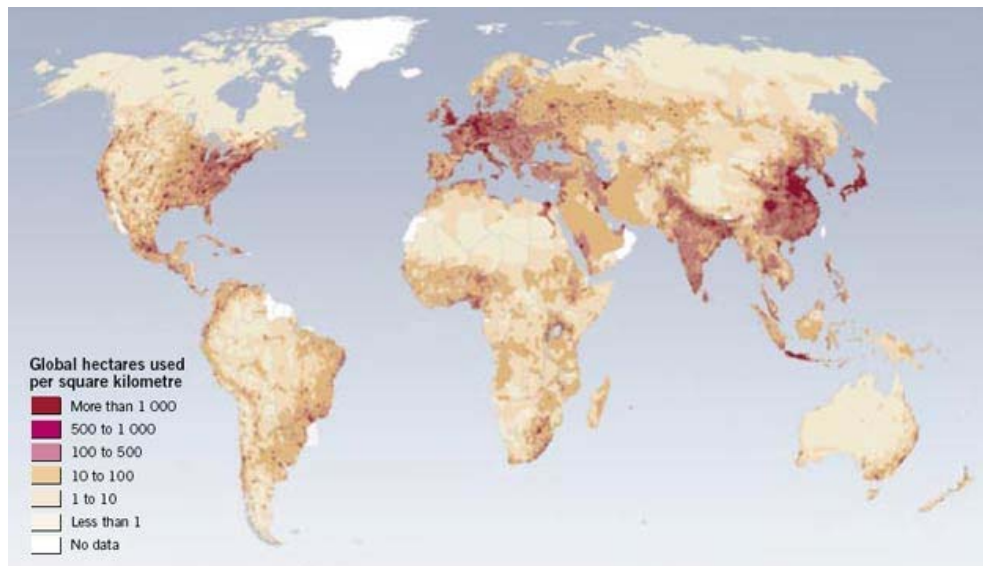
---

<sup>6</sup> Encontra-se disponível desde Março de 2009 uma actualização importante do sistema LiderA, a versão 2.00b1. Esta versão reestrutura a sua antecedente e pode ser encontrada em <http://www.lidera.info/?p=MenuContPage&MenuId=15&ContId=18>

### 3. Sustentabilidade e edificado - Enquadramento

#### a. A sociedade, os recursos naturais e a pressão sobre os ecossistemas

Quando a Revolução Industrial surgiu em Inglaterra em meados do século XVIII, arrastando consigo profundas alterações sociais e económicas na sociedade de então, certamente que não imagináramos este acontecimento como um dos factores responsáveis pelo aumento da população mundial. De facto, o advento das inovações tecnológicas e a migração das populações para os grandes centros urbanos, precipitou em meados do século XX uma explosão demográfica nunca antes vista à escala mundial. Desta forma e segundo dados divulgados pelas Nações Unidas no **World Population Prospects: The 2006 Revision**<sup>7</sup>, a população mundial atingiu os 6,7 mil milhões de habitantes em Julho de 2007, sendo expectável que, em meados do século XXI, possa atingir os 9,2 mil milhões.



**Figura 3 – 1**

Hectares de solo utilizados por quilómetro quadrado em todo o mundo.

Fonte: WWF (2003)

Como seria de esperar, o incremento da população mundial precipitou o aumento das actividades humanas e conseqüentemente a procura de novas energias, de novos recursos materiais e de novas áreas para expansão demográfica.

Nos últimos anos surgiram algumas abordagens que tentaram avaliar de alguma maneira a relação efeito causa destas pressões no ecossistema. A mais importante será sem dúvida o conceito

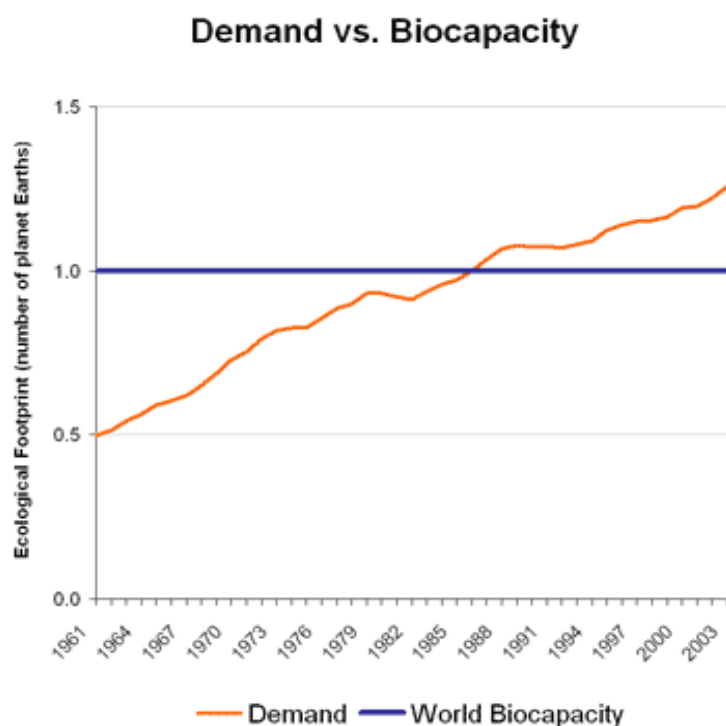
---

<sup>7</sup> As Nações Unidas disponibilizam em <http://www.esa.un.org/unpp/>, uma base de dados relativa ao aumento da população mundial.

de pegada ecológica, em que se pretende determinar a área de terra necessária para suportar as necessidades de recursos e absorver os resíduos gerados por uma determinada entidade, num ano.<sup>8</sup>

A sua aplicação tem por base a *caracterização das actividades e respectivos fluxos, de forma a precisar a necessidade de espaço para alimentação, tecido e madeira, energia e infra-estruturas* (PINHEIRO, 2006). Os dados obtidos são comparados com a disponibilidade real de espaço existente, aferindo a sua eventual sustentabilidade ou não. É evidente que a capacidade de regeneração dos recursos naturais do nosso planeta está esgotada, dado que na actualidade a pegada ecológica mundial excede 23% da sua capacidade total (PINHEIRO, 2006).

Como definir então de um modo geral a sustentabilidade? O seu conceito evoluiu ao longo dos anos mas só no final dos anos oitenta é que estabilizou naquilo que hoje conhecemos, através do **Relatório de Brundtland**<sup>9</sup>. Este define sustentabilidade como *a capacidade da Humanidade garantir que responde às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras darem resposta às delas*.



**Figura 3 – 2**

Pegada ecológica do planeta. Procura versus capacidade instalada.

Fonte: WWF (2003)

<sup>8</sup> O conceito de *pegada ecológica* foi desenvolvido por W. Rees e M. Wackernagel no início dos anos noventa. Informação adicional em <http://www.rprogress.org/index.htm>

<sup>9</sup> O *Relatório de Brundtland* (1987), elaborado pela *Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento*, apontava para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e de consumo vigentes.



O relatório então elaborado propôs um conjunto de medidas que visassem o desenvolvimento sustentável, como por exemplo a limitação do crescimento populacional, a garantia de recursos básicos a longo prazo, a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas ou a diminuição dos consumos de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis.

Outro aspecto importante no que diz respeito à alteração dos ecossistemas é a emissão dos gases com efeito de estufa. Do ponto de vista da construção sustentável, tema central desta dissertação, se considerarmos o ciclo de vida dos materiais utilizados nas actividades inerentes ao sector desde a sua extracção, passando pela transformação, pelo transporte e aplicação, até à sua desactivação, é seguramente um dos sectores com maior emissão de gases com efeito de estufa, com especial destaque para o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

### b. Os impactes ambientais adversos

O conceito de impacte ambiental define-se pelas alterações físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer acção decorrente das actividades humanas que afectem a qualidade dos recursos ambientais (CYSNE, 2000). Associado a este conceito encontram-se os seguintes factores: a modificação das características do meio; a modificação dos seus valores ou méritos de conservação; e o significado ambiental das ditas modificações interpretadas em relação com a saúde e bem-estar humano (IDEIAS AMBIENTAIS, 2006).

Os impactes ambientais dependem das actividades humanas e das características dos locais a intervir, podendo ser de âmbito local, regional ou nacional. No entanto, todos eles podem ser enquadrados por um modelo de sistematização de impactes (PINHEIRO, 2006), através da definição de quatro fases fundamentais, tais como: a pressão sobre os recursos naturais; as emissões e cargas ambientais; as alterações nos sistemas ambientais de base naturais; e por último as alterações respeitantes aos sistemas ambientais de base construída. Estas fases representam, na sua essência, o ciclo normal das actividades humanas, ou seja, para as sociedades evoluírem socioeconomicamente é necessário explorar os recursos naturais e energéticos, o que por sua vez implica a emissão de resíduos líquidos e sólidos no meio ambiente que, iniciando a alteração dos ecossistemas naturais, influenciam no fim deste ciclo a qualidade do ambiente urbano e do espaço construído. A questão da localização do novo aeroporto de Lisboa, assunto de importância estratégica nacional, é um exemplo claro da existência das fases anteriormente apresentadas e das implicações ambientais que advêm da sua concretização, sejam elas positivas ou negativas. As tipologias de impacte ambiental enunciadas no parágrafo anterior referem-se à escala global do meio ambiente, mas é possível abordar os mesmos impactes ambientais à escala do edificado urbano.

De facto, as construções podem ser caracterizadas segundo a análise do ciclo de vida (ACV), em que se efectua *uma estimativa global do impacte ambiental adverso de novos edifícios, desde a extracção e processamento das matérias-primas e processo de fabrico, passando pela construção e a utilização até à demolição e gestão de resíduos* (BENTO, 2007). Esta análise permite identificar de forma clara os impactes ambientais associados às diferentes fases do ciclo de vida das construções,

como aqueles que estão expressas na publicação da autoria de Manuel Duarte Pinheiro (PINHEIRO, 2006). A sua obra aborda as grandes tendências ambientais, os impactes no ciclo de vida das construções, os instrumentos para a sustentabilidade na construção, os sistemas de certificação ambiental e o panorama ambiental da construção em Portugal:

1. **Fase de Concepção** – Esta fase encontra-se associada à tomada de decisões de projecto, que prevejam de forma clara a redução não só dos impactes ambientais ligados à construção e operação como também a racionalização dos consumos energéticos e de materiais;
2. **Fase de Construção** – É durante a construção que se concentram os impactes ambientais mais relevantes, uma vez que se processa a alteração física do meio ambiente. Nesta fase aplicam-se os processos construtivos definidos na fase de concepção, em que devem ser minimizados os consumos de energia, de materiais e emissões de poluentes. Pretende-se salvaguardar igualmente, entre outros aspectos, a maior área permeável possível e a as funções freáticas dos solos de fundação, de forma a evitar a acumulação de águas pluviais à superfície;
3. **Fase de Operação** – A fase de operação implica sobretudo a sensibilização dos utilizadores finais para a racionalização dos consumos de energia, de materiais, de água e produção de resíduos;
4. **Fase de Desactivação** – Esta última fase do ciclo de vida equipara-se à fase de construção, uma vez que o espaço construído é novamente alterado, induzindo impactes ambientais da mesma grandeza. No entanto, podem ser atenuados caso esteja prevista a reutilização/reciclagem de grande parte dos materiais de construção a desactivar, na perspectiva de uma gestão sustentável e responsável;

Uma vez estabelecidas as fases fundamentais de ACV, é possível destacar um conceito importante que analisa de forma integrada/globalizada todas as fases acima descritas, que é o conceito de **energia incorporada**. Este conceito define-se como *a soma da energia necessária à extracção das matérias-primas, com a energia necessária ao seu processamento e manuseamento, com a energia utilizada nos processos de transformação da matéria-prima em produtos finais, com a energia utilizada no respectivo transporte de um lado para o outro e, ainda, com a energia necessária para pôr tudo de pé* (BENTO, 2007). Actualmente, este conceito tem pouca relevância no parque edificado nacional, uma vez que a esmagadora maioria da energia gasta nos edifícios corresponde àquela que é consumida durante a sua fase de operação. O conceito de energia incorporada ganhará maior relevância quanto mais depressa se caminhar para a eficiência energética dos edifícios, nomeadamente a sua auto-suficiência.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> O novo RCCTE (*Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*) preconiza, à luz da *Directiva Europeia para a Eficiência Energética*, uma nova parcela dedicada às energias renováveis integradas na arquitectura, com especial ênfase para a energia solar térmica de aquecimento de águas quentes sanitárias.

Tomemos o exemplo de dois edifícios com a mesma eficiência energética na sua fase de operação, exactamente iguais ao nível das áreas de construção, exposições solares, acessibilidades e preço final, entre outros factores relevantes. O conceito de energia incorporada, enquanto parcela integrada na tomada de decisões por parte de arquitectos e engenheiros na fase de concepção, permitirá ao utilizador final decidir em consciência sobre qual o empreendimento de maior sustentabilidade. No entanto, antes de existir esta tomada de decisão é necessário a mentalização de todos os intervenientes no processo, garantindo assim a salvaguarda dos interesses do meio ambiente, a parte envolvida que não tem voz activa a não ser por via das alterações climáticas.

### c. A escolha dos materiais de construção

À semelhança do conceito de energia incorporada/ACV abordado no ponto anterior, é possível também fazer um paralelismo no que diz respeito à escolha dos materiais de construção. De facto, quando um projectista decide optar por um determinado tipo de material, existe um conjunto de factores que influencia essa tomada de decisão, tais como o preço, o desempenho e o aspecto visual.

Do ponto de vista do conceito de energia incorporada/ACV, estes factores enquadram-se no fim do ciclo de vida dos materiais, não tomando em consideração os factores associados às questões ambientais. Actualmente, os projectistas ainda se regem pelas imposições definidas pelo cliente, sobretudo ao nível do orçamento disponibilizado e do tipo de projecto a desenvolver. É pois importante que o projectista seja capaz de propor ao cliente materiais que tenham em conta todas as fases de vida, potenciando os mais apropriados e eficientes do ponto de vista ambiental.

Consequentemente, podem ser definidos alguns parâmetros ecológicos que devem enquadrar a tomada de decisão dos projectistas, tais como a depleção de recursos naturais, a saúde e conforto e a gestão de resíduos. Estes parâmetros estão sustentados por diversas obras de referência, sendo uma delas do Arquitecto Pedro Bento (BENTO, 2007), cuja abordagem se centra desde métodos de avaliação de impacte ambiental até aos factores que influenciam a escolha dos materiais de construção, tendo como caso de estudo o Pavilhão Atlântico:

- **Depleção de recursos naturais** – o principal impacte ambiental diz respeito ao elevado consumo energético dispendido na extracção e transformação dos materiais. O projectista deve avaliar a sua disponibilidade próximo do local do projecto, se é ou não um material renovável, se causa algum impacto no ecossistema de origem durante a sua extracção e se é um material autóctone (originário da região);
- **Saúde e conforto** – Os materiais de construção não estão isentos de emissões de gases poluentes na atmosfera, fruto do seu processo de transformação. Há que considerar então o grau de toxicidade dos revestimentos e os efeitos a longo prazo que decorrem da sua utilização, pois as pessoas passam grande parte das suas vidas no interior dos edifícios;
- **Gestão de resíduos** – Não menos importante é a boa gestão dos resíduos decorrentes do fim de vida dos materiais. O projectista deve privilegiar materiais que possam ser

facilmente reparados, desmantelados e reutilizados para outra função, uma vez que nada se cria, nada se perde, tudo se transforma;

Em suma, o projectista deve optar sempre que possível por materiais que apresentem uma menor energia incorporada ao longo da sua vida útil, numa perspectiva de redução dos consumos energéticos associados à construção de novas edificações.

#### d. Sustentabilidade do meio edificado

O aumento das preocupações com a sustentabilidade do meio edificado têm vindo a acentuar-se ao longo das últimas décadas por via do desenvolvimento acelerado do sector da construção. Ao longo do século XX, a densificação das grandes cidades não só em direcção às periferias como também em altura, potenciou o aparecimento de sistemas de elevado consumo energético e de materiais neste sector. No último quartel do século XX a sociedade mundial ressentia-se do choque energético/petrolífero, pondo em causa os sistemas de elevado consumo de então. As preocupações ambientais começam a ganhar preponderância e de forma lenta vão sendo traduzidas no sector construtivo através da melhoria do desempenho energético e na redução do consumo de recursos naturais, evoluindo de forma gradual até aos dias de hoje (PINHEIRO, 2006).

O conceito de construção sustentável, cuja definição e enquadramento foi evoluindo ao longo dos anos, enfatiza a boa gestão do ambiente construído através da eficiência energética e da redução inteligente dos recursos naturais. Na década de 90 do século passado, Charles Kibert<sup>11</sup> definiu cinco princípios fundamentais da construção sustentável:

- Reduzir o consumo dos recursos;
- Reutilizar os recursos sempre que possível;
- Reciclar materiais em fim de vida do edifício e usar recursos recicláveis;
- Proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as actividades;
- Eliminar os materiais tóxicos e os subprodutos em todas as fases do ciclo de vida.

Estes princípios foram a base para a definição de um conjunto de estratégias internacionais no caminho para a sustentabilidade, nomeadamente a Agenda Habitat II (1996), a Agenda 21 para a construção sustentável (1999), as orientações da OCDE (1998 - 2004) e as recomendações da União Europeia (2001).

- **Agenda Habitat II**<sup>12</sup> – centraliza a sua estratégia na melhoria de qualidade de vida dos aglomerados urbanos e na habitação, em conjunto com os governos locais. Visa igualmente ser um guia para os países em vias de desenvolvimento;

---

<sup>11</sup> Biografia de Charles Kibert disponível em <http://www.dcp.ufl.edu/ckibert/Bio.html>

<sup>12</sup> Site oficial em <http://www.unhabitat.org/>

- **Agenda 21 para a construção sustentável** – adoptada pela CIB – *Council for Reserch and Innovation in Building Construction*, é uma das mais importantes organizações de ligação entre as estratégias internacionais e as estratégias locais do sector da construção. É composta por diversos grupos de trabalho e desenvolvimento dedicados a uma determinada área, visando o desenvolvimento sustentável do sector construtivo;
- **Orientações da OCDE** – como resultado de estudos e pesquisas iniciados em 1998, as orientações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico visam a adopção de políticas governamentais, por parte dos países desenvolvidos, que reduzam drasticamente os impactes ambientais decorrentes das suas actividades construtivas.
- **Recomendações da UE** – Ao longo das últimas décadas a União Europeia têm vindo a implementar algumas directivas comunitárias na área da sustentabilidade, sendo que ao nível do edificado se destaca a sistematização dos requisitos mínimos de eficiência energética dos edifícios. Cada estado membro é então responsável por enquadrar estas mesmas directivas na sua regulamentação específica. Em Portugal, a ADENE elaborou o SCE- Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, estabelecendo regras para a verificação da aplicação do novo regulamento do RCCTE (térmica) e do RSECE (climatização), aprovados por decreto lei no ano de 2006. O âmbito de aplicação vai desde os novos edifícios, numa primeira fase, e posteriormente aos edifícios já construídos.

Paralelamente a estas estratégias foram aparecendo as primeiras intervenções de urbanismo sustentável, ajustadas às conjunturas sociais e a objetivos específicos para uma determinada área.

Tendo em conta o âmbito desta dissertação, um dos exemplos mais relevantes é **Parque Desportivo dos Jogos Olímpicos de Sidney (2000)**. A candidatura propunha a regeneração de uma antiga área industrial contaminada com resíduos tóxicos, de seu nome Homebush Bay, baseando-se em princípios de desenvolvimento sustentável, não só ao nível urbanístico como também ao nível dos equipamentos desportivos. Segundo um relatório da **Green Games Watch 2000**<sup>13</sup>, comissão de avaliação da sustentabilidade das Olimpíadas de Sidney, apesar de a implementação dos princípios de sustentabilidade ter falhado em vertentes importantes, outras houve em que o sucesso foi alcançado. Alguns desses sucessos ambientais podem ser identificados, tais como a concretização de princípios da construção sustentável em toda a aldeia olímpica de Newington; a avaliação do ciclo de vida dos materiais de construção na maior parte dos projectos; a reciclagem e tratamento de resíduos e das águas contaminadas de Homebush Bay; a preservação e aumento da biodiversidade em toda a região; e a maximização da utilização de transportes públicos.

De facto, a construção da aldeia olímpica de Newington tornou-se num dos mais importantes exemplos de sucesso na aplicação dos conceitos de desenvolvimento sustentável em larga escala. O seu sucesso pode ser sintetizado pelas seguintes vertentes:

---

<sup>13</sup> A Green Games Watch 2000 foi uma comissão de avaliação da sustentabilidade das Olimpíadas de Sidney criada em 1995. Era composta pelas seguintes entidades ambientais australianas: National Parks Association, Australian Conservation Foundation, National Toxics Network, Nature Conservation Council e Total Environment Centre.

- **Energia** – Do ponto de vista das habitações e para além de todas as medidas passivas que tornam as habitações quentes no inverno e frescas no verão (exposição solar, isolamentos térmicos e envidraçados a sul), foi decididamente a instalação de doze painéis fotovoltaicos na cobertura de cada uma das habitações que potenciou a redução para metade do consumo anual de energia eléctrica, quando comparado com habitações similares do resto da cidade de Sidney. Além do mais, toda a energia produzida em excesso por cada uma das habitações não se perde, uma vez que é exportada para a rede eléctrica local, permitindo aos residentes reduzir e ou por vezes eliminar a factura referente à energia eléctrica;



**Figura 3 – 3**

Painéis fotovoltaicos da aldeia olímpica de Newington.

Fonte: Mirvac Lend Lease Village Consortium.

- **Água** – Para além da rede de abastecimento normal foi criada uma segunda rede que reaproveita a água inutilizada das cozinhas e casas de banho. Esta é encaminhada para uma estação de tratamento local que filtra os resíduos sólidos, sendo depois libertada nos pântanos locais, entrando no processo natural de reciclagem da natureza. Depois, é novamente bombada para a estação de tratamento antes de entrar no circuito doméstico das habitações. Na época foi um processo inovador em toda a Austrália, apesar de ser já prática corrente em outros países desenvolvidos;
- **Resíduos** – O processo construtivo gerou grandes quantidades de resíduos sólidos, pelo que o desafio de colocar diversos sistemas de reciclagem resultou na transformação quase

integral desses mesmos resíduos. A reciclagem de betão e tijolos permitiu criar materiais para enchimento de aterros assim como para camadas de assentamento das novas estradas. As aparas das madeiras, que normalmente seriam usadas como enchimento de aterros, foram utilizadas em arranjos exteriores da paisagem;

O sucesso destas e outras medidas levaram a que os agentes envolvidos no sector da construção enquadrassem de forma permanente os conceitos de sustentabilidade, percebendo que o investimento financeiro inicial, apesar de elevado, é recuperado a curto/médio prazo.

## 4. Construção sustentável em espaços desportivos – Estado da arte

### a. Critérios de sustentabilidade e aplicações na fase inicial de um projecto

Por norma todos os projectos nascem da relação biunívoca entre um determinado cliente, seja este em nome individual ou colectivo, e uma equipa de projectistas que em regra corresponde a um determinado gabinete de arquitectura. Apetece por isso dizer que a definição inicial de um projecto é o resultado da troca de ideias entre ambas as partes e como tal, cabe à equipa de projectistas demonstrar ao cliente as vantagens da aplicação dos princípios inerentes à construção sustentável.

Neste contexto é pois importante ter em conta as expectativas, desejos, objectivos e/ou ideias que o cliente possui para o ciclo de vida do edifício, sendo por isso importante analisar a relação entre o custo inicial e o custo do ciclo de vida do projecto. Tem-se verificado, que apesar do custo inicial de um projecto sustentável ser superior aos demais, o seu retorno financeiro a médio-longo prazo, ou seja, durante o ciclo de vida útil deste, é largamente superior devido aos baixos custos de manutenção e sobretudo ao nível dos consumos energéticos. Todavia, a relação custo-benefício terá sempre de ser vista como um investimento e dependerá sempre da escala de intervenção. Existem portanto diversas considerações que devem ser abordadas na fase inicial do projecto, entre o cliente e a equipa de projectistas, de forma a traçar um perfil apropriado para a intervenção. Este tipo de considerações tem como referência bibliográfica um trabalho de pesquisa efectuado pelo **Energy Research Group** da Universidade de Dublin (AAVV, 2007). Pretende ser um manual de referência para todos os projectistas conscientes dos problemas ambientais e que queriam projectar em prol da sustentabilidade, definindo os procedimentos a serem implementados como por exemplo as estratégias a seguir, os métodos e ferramentas a utilizar ou a escolha criteriosa dos materiais de construção, entre outros:

- **Uso do edifício** – A utilização do espaço afecta de alguma forma a envolvente ambiental. A utilização será intensiva, intermitente ou apenas em determinadas alturas (diário, semanal, mensal, etc.). Os ocupantes farão a gestão activa dos mecanismos sustentáveis de forma manual ou automática;
- **Aquecimento/Arrefecimento** – Encarar a possibilidade de incluir medidas passivas de aquecimento e arrefecimento que possam contribuir para a redução do consumo energético. Qual o grau de conforto e respectiva variação térmica que se pretende a que o edifício funcione;
- **Iluminação natural/artificial** – O aproveitamento da luz natural seria eventualmente um factor importante e até que ponto poderia ser integrado com a iluminação artificial de determinados espaços. A maximização da utilização de luz natural é viável e em caso afirmativo em que condições;



- **Ventilação natural/mecânica** – De que forma se deverá tirar partido da ventilação para aclimatar o interior do edifício. Considerar não só a ventilação natural para renovação do ar interior, como também recorrer à admissão de ar novo por via geotérmica (através de tubagens embebidas no solo, mantendo o ar a temperatura constante). Aferir a possibilidade de implementação do “efeito chaminé” (o ar quente tende a subir e como tal pode ser escoado através da cobertura, permitindo a entrada de ar fresco pela já mencionada via geotérmica);
- **Materiais** – Dimensionamento de uma boa solução de isolamento térmico da envolvente exterior de forma a aumentar consideravelmente a inércia térmica do edifício (capacidade de conservação da energia solar pela envolvente, mantendo o interior fresco de dia e quente no período nocturno, por via do efeito de radiação para o interior). Considerar a utilização de materiais de boa durabilidade, isentos de poluentes e que possam existir na região;
- **Água** – De que forma se pode recolher e armazenar as águas pluviais/água potável para serem utilizadas posteriormente. Existem ou não restrições funcionais que dificultem a sua adopção;
- **Resíduos** – Que tipo de resíduos irão ser produzidos durante o ciclo de vida do edifício. Poderão ou não ser aproveitados para reciclagem e de que forma isso condicionaria em termos funcionais;
- **Implantação no terreno** – De que forma se pode tirar partido da topografia para minimizar os impactes ambientais na envolvente vegetal;
- **Investimento inicial** – Qual o prazo de referência que o cliente está disposto a suportar até amortizar o investimento inicial. De que forma as restrições orçamentais influenciam a escolha de um determinado tipo de medidas sustentáveis em detrimento de outras. Quais os critérios que devem orientar essa escolha;

Como seria de esperar esta é apenas uma abordagem inicial que permite o primeiro esboço de um estudo prévio. No entanto esta abordagem não se esgota por aqui, há que incluir igualmente determinado tipo de parâmetros associados ao conforto interior e saúde dos utilizadores (AAVV, 2007), de forma a proporcionar o elevado bem-estar destes. Esses parâmetros são os seguintes:

- **Conforto térmico** – O conforto térmico depende de diversos factores como por exemplo a actividade exercida, o tipo de vestuário com que desempenham as funções, a temperatura interior em função da actividade e do efeito de radiação dos revestimentos e a ventilação natural/mecânica. Faz assim sentido utilizar de forma inteligente a massa térmica da envolvente exterior, de forma a garantir um conforto térmico sem grandes oscilações;
- **Conforto visual** – O conforto visual irá ter influência na sensação de bem-estar dos utilizadores, não só pela qualidade dos materiais mas sobretudo ao nível da iluminação a que os espaços de estar estão sujeitos. Neste contexto e partindo do

pressuposto que os espaços estão bem dimensionados para receber luz natural, há que tentar garantir no período nocturno que a iluminação artificial se aproxima o mais possível do nível de conforto gerado pela iluminação natural (ao nível da qualidade, da quantidade e respectiva distribuição).

Poderia igualmente ser abordado o conforto acústico, no entanto não é um factor prioritário nesta fase. Assim, e não sendo de forma alguma definitivo, estas considerações são seguramente a base de partida para o desenvolvimento das restantes fases do projecto.

Existem alguns exemplos de espaços desportivos que integraram com sucesso princípios de sustentabilidade. O primeiro desses exemplos é a **Casa das Selecções Nacionais de Futebol**<sup>14</sup> (Anexo 1), a ser construída no município de Sintra. De facto é o primeiro complexo desportivo de alta competição projectado em Portugal e até mesmo na Europa, a ser abastecido unicamente por energias renováveis. Encontra-se integrado no projecto REBOLA liderado pela Agência Municipal de Energia de Sintra<sup>15</sup> (AMES), cujo objectivo é integrar as energias renováveis em espaços desportivos localizados em Portugal, entre outros países europeus. As instalações incluem três edifícios de apoio, nomeadamente um centro técnico do futebol e dois hotéis com capacidade máxima para 120 atletas, perfazendo uma área útil total de 15 930 m<sup>2</sup>. Como foi mencionado anteriormente o complexo desportivo pretende ser auto-suficiente e para tal efectuou monitorizações regulares de consumos de energia em diversas instalações desportivas já existentes.

Com base nos dados obtidos foi possível estabelecer algumas metas de optimização em diferentes vertentes:

- **Qualidade térmica da envolvente exterior** – o reforço do isolamento térmico das paredes exteriores associada a vidros duplos de baixa condutividade, permite aumentar o desempenho da massa térmica fazendo com que o consumo de energia seja reduzido em mais de 60% quando comparado com um edifício corrente;
- **Aproveitamento da energia solar** – através da implementação de painéis solares e fotovoltaicos nas coberturas, irá não só ser possível produzir águas quentes para sanitários e piscinas (produzirá cerca de 30% do consumo estimado) como também energia eléctrica que, quando em excesso, é cedida à rede pública nacional (produzirá cerca de 110% do consumo estimado);
- **Captação de águas pluviais** – A captação e armazenamento de águas pluviais permitirá o seu tratamento por fitoetar, sendo posteriormente utilizada para irrigação

---

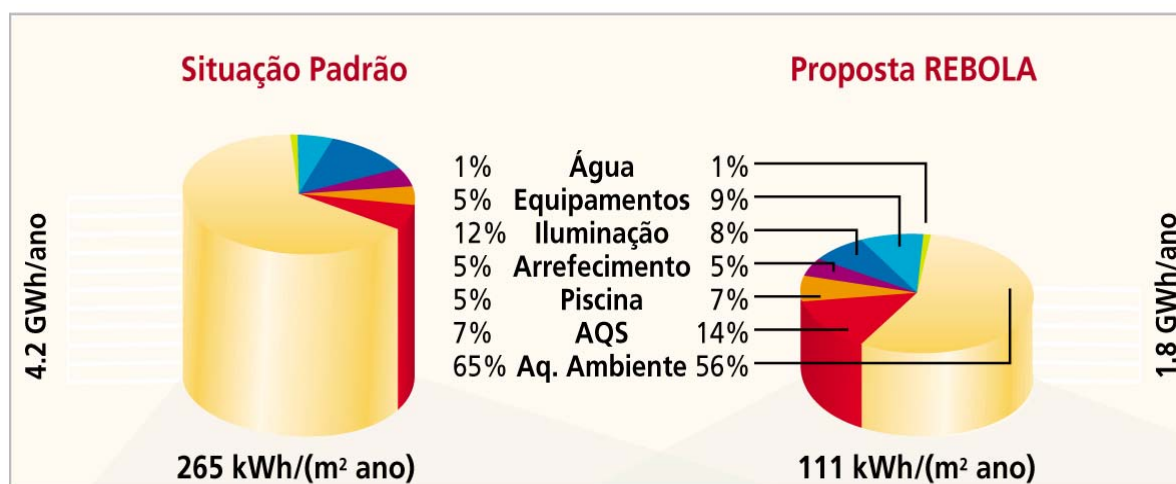
<sup>14</sup> Encontra-se disponível na internet uma brochura informativa sobre o Projecto REBOLA e as energias renováveis em complexos desportivos no município de Sintra. Mais informação em <http://www.cm-sintra.pt/Artigo.aspx?ID=2302&print=1>. Acedido pela última vez a 30 de Abril de 2009.

<sup>15</sup> A AMES foi criada em 1997 com o apoio da União Europeia e da Câmara Municipal de Sintra, pretendendo “*contribuir para a utilização racional de energia, a conservação de energia, a gestão ambiental e o melhor aproveitamento dos recursos energéticos nos sistemas de produção, transporte, distribuição e consumos.*” Sítio oficial disponível em <http://ames.linkare.pt/site/home.asp>

dos campos relvados assim como para descargas em sanitários. Estima-se que haja uma redução de cerca de 80% do consumo de água potável, normalmente utilizada para este género de funções;

- **Aproveitamento da energia Geotérmica** – o projecto irá tirar partido da elevada massa térmica do solo, ou seja, da sua capacidade em manter uma determinada temperatura durante o ano inteiro. A instalação de tubagens a dois metros de profundidade e com extensão a rondar os mil e quatrocentos metros, permitirá aumentar e diminuir a temperatura do ar de admissão nos edifícios, respectivamente no inverno e no verão, sem recorrer a meios mecânicos para o efeito;
- **Aproveitamento da energia da Biomassa** – este tipo de energia provém da queima de resíduos não contaminados e secos da indústria da madeira, denominados peletes. Estes servirão de combustível para complementar as necessidades energéticas de climatização interior dos edifícios;

Este tipo de abordagem, sustentada na monitorização de instalações desportivas já existentes e no aproveitamento de energias renováveis permitiu, de acordo com dados da AMES, obter resultados bastante positivos em relação às necessidades de energia útil. A Figura 4 – 1, que compara as necessidades de energia útil em edifícios correntes com a proposta para a Casa das Selecções, demonstra que os resultados obtidos podem ser o caminho a seguir para futuras intervenções em espaços desportivos.



**Figura 4 – 1**

Necessidades úteis de energia estimadas para a Casa das Selecções.

Fonte: AMES (2002)

Por conseguinte e associado às estimativas anteriores, foi fácil conferir que as emissões de gases com efeito de estufa na atmosfera foram substancialmente reduzidas, senão mesmo eliminados. A Figura 4 – 2, que mostra as emissões de CO<sub>2</sub> para diferentes formas de energia,

comprova os excelentes resultados obtidos pela adopção das medidas sustentáveis abordadas anteriormente.

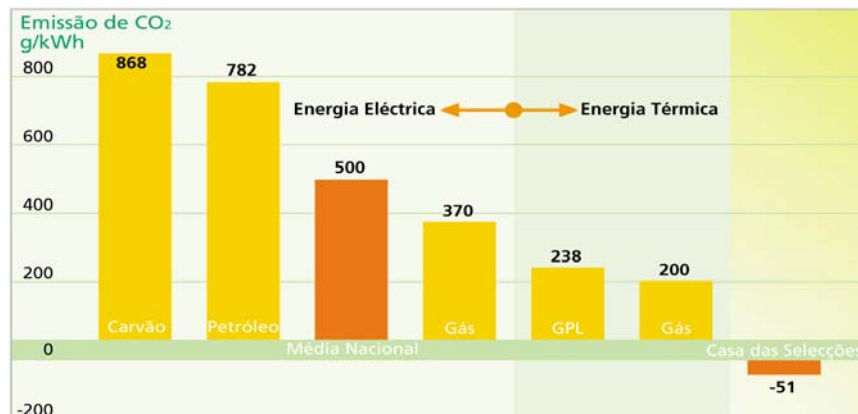


Figura 4 – 2

Emissões de CO<sub>2</sub> estimada para diversas formas de energia e para a Casa das Selecções.

Fonte: AMES (2002)

Um segundo exemplo de sucesso, neste caso a nível internacional, é o **Centro Aquático Nacional da China**<sup>16</sup> (denominado Water Cube – foi o complexo de piscinas olímpicas para os JO de Pequim 2008).

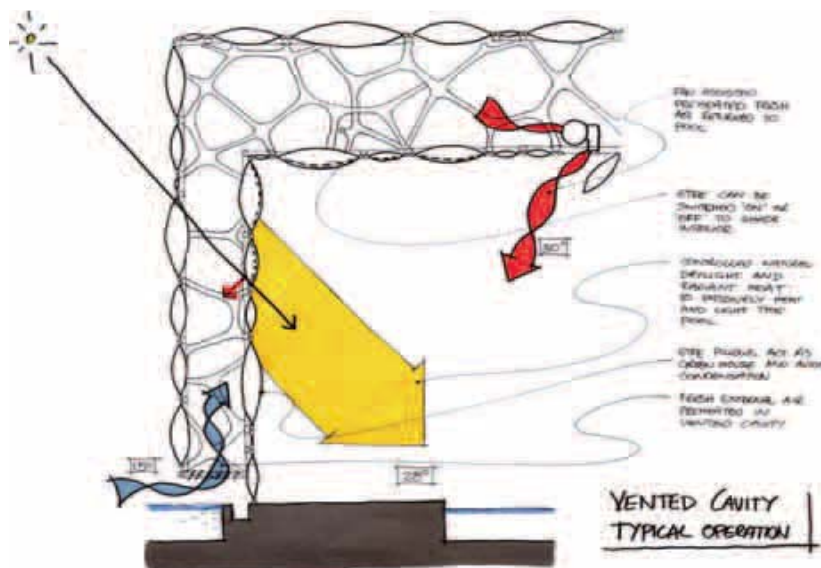


Figura 4 – 3

Esquema de retenção da energia solar através do efeito de estufa no *Water Cube*.

Fonte: INGENIA (2007)

É de comum acordo que as piscinas são equipamentos desportivos que requerem grandes consumos de energia e como tal pensou-se numa solução sustentável que tentasse resolver grande

<sup>16</sup> Desenvolvido pelo gabinete de arquitectura PTW - <http://www.ptw.com.au/>

parte desses problemas técnicos – uma estrutura que recriasse os efeitos de uma estufa. Tal efeito não só permite a entrada de uma grande quantidade de luz natural, como também permite a poupança de energia no aquecimento da água dos tanques como do ar interior. Esta estrutura funciona como fachada dupla ventilada, potenciando o aumento da massa térmica do edifício de forma que o ar interior se encontra a temperaturas semelhantes no verão e no inverno.

Um outro exemplo internacional de um complexo desportivo a integrar medidas sustentáveis é o **Mark R. Shenkman Training Center**<sup>17</sup> no estado do Connecticut, Estados Unidos da América. Localizado num campus universitário, foi o primeiro equipamento desportivo do país a obter a certificação ambiental *LEED Silver*, emitida pelo U.S. Green Building Council (ver capítulo 5). Os conceitos de sustentabilidade aplicados foram os seguintes:

- **Envolvente** – O edifício foi planeado de forma a maximizar a área permeável, evitando deste modo escoamentos superficiais de águas pluviais durante a época de inundações. Adicionalmente, não só permitiu a redução do efeito de ilha de calor como também potenciou a biodiversidade;
- **Materiais** – Durante a construção, uma larga percentagem dos resíduos gerados foram reciclados, assim como a maior parte dos materiais de construção continham componentes igualmente provenientes de reciclagem;



**Figura 4 – 4**

Entrada do complexo desportivo *Mark R. Shenkman Training Center*.

Fonte: Gabinete de arquitectura HOK Sport.

- **Energia** – Houve um cuidado especial em dotar a esmagadora maioria dos espaços interiores com luz natural, evitando o recurso a luz artificial e consequentes consumos de energia. Nos casos em que não foi possível implementar este princípio,

<sup>17</sup> Desenvolvido pelo gabinete de arquitectura HOK Sport - <http://www.hoksport.com/sustainable/uconnburton/index.html>

adoptaram-se mecanismos de iluminação de baixo custo. Para a redução substancial do consumo energético também contribuiu de forma decisiva o óptimo isolamento térmico da envolvente exterior, o que permitiu reduzir os ganhos solares em excesso e reduzir as perdas de calor pela mesma envolvente exterior;

- **Água** – Todo o complexo desportivo possui mecanismos de poupança no consumo de água, sobretudo ao nível das instalações sanitárias.

O último exemplo, mas não menos importante, de abordagens sustentáveis em espaços desportivos diz respeito ao conjunto de **Piscinas Municipais de Lisboa**<sup>18</sup> (Anexo 2). Candidatas ao programa Greenbuilding<sup>19</sup>, foram desenvolvidas a pensar na racionalização dos consumos energéticos sobretudo ao nível das seguintes vertentes:

- **Energia solar** – Face aos elevados consumos registados na utilização do gás natural como fonte de aquecimento, optou-se por recorrer à colocação de colectores solares térmicos, não só uma energia limpa como também gratuita. Segundo estimativas do município de Lisboa, dois terços das necessidades de aquecimento quer para as piscinas, quer para balneários e serviços de apoio são integralmente suportadas por este tipo de tecnologia;

Piscinas	Investimento	N.º Colectores	% Consumo Energético	Poupança Anual em Gás Natural	Período de Retorno do Investimento	Taxa Interna de Rentabilidade	Redução de Emissões de CO2
Oriente	140.600 €	112 un.	62%	12.926 €	10,9 anos	12%	83 ton.
Rego	131.356 €	112 un.	63%	12.840 €	10,2 anos	10%	82 ton.
Restelo	141.190 €	112 un.	63%	12.840 €	11 anos	9%	82 ton.
Vale Fundão	140.600 €	112 un.	62%	12.926 €	10,9 anos	12%	83 ton.
* Alvito	150.374 €	112 un.	62%	14.840 €	10,1 anos	8.6%	83 ton.

\* Em fase de construção

#### Quadro 4 – 1

Quadro resumo das vantagens associadas à utilização de colectores solares.

Fonte: Gabinete da Presidência da República Portuguesa.

<sup>18</sup> O Gabinete da Presidência da República publicou na internet uma brochura relativa a este tema, disponível em [http://www.presidencia.pt/archive/doc/GreenBuilding\\_Piscinas\\_Municipais.pdf](http://www.presidencia.pt/archive/doc/GreenBuilding_Piscinas_Municipais.pdf)

<sup>19</sup> O *Greenbuilding* é um programa desenvolvido pela Comissão Europeia que visa a melhoria dos níveis de poupança energética e ambiental em edifícios públicos.

- **Iluminação de baixo consumo** – Optou-se pela escolha de iluminação de alta eficiência e baixo consumo de forma a reduzir as necessidades de energia eléctrica em cerca de um terço face à situação standard.

Os espaços desportivos descritos anteriormente e as suas abordagens sustentáveis são sem dúvida bons exemplos das práticas que se têm vindo a desenvolver ao longo dos últimos anos, tanto ao nível nacional como internacional.

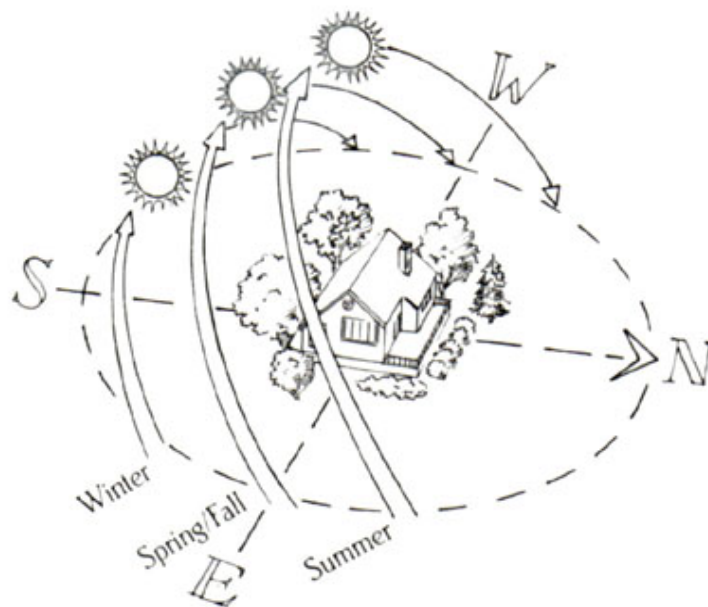
#### b. Medidas passivas de racionalização dos consumos energéticos

É do conhecimento geral que Portugal, por ser um país mediterrânico, dispõe de excelentes condições climáticas face aos restantes países da Europa, não só pelas temperaturas amenas como também pela vantajosa exposição solar. Neste contexto é fácil compreender que, de uma forma geral, é possível minimizar as necessidades de consumo energético para manter o interior dos edifícios a uma temperatura confortável durante a maior parte do ano. Ora, a redução desse mesmo consumo de energia passa sem dúvida pela adopção e implementação de medidas passivas durante as fases preliminares de um projecto. Estas medidas passivas não necessitam de manutenção e de consumir energia pois são parte integrante do mesmo, interagindo directamente com as condições climáticas exteriores.

Partindo deste pressuposto e tendo como ancoragem os exemplos e abordagens focados nas páginas anteriores, é possível identificar algumas medidas passivas de racionalização dos consumos energéticos, baseadas na abordagem efectuada pela Arquitecta Livia Tirone em prol da necessidade de optimização do desempenho ambiental na arquitectura (TIRONE, 2007). No seu livro são descritas diversas medidas passivas ajustadas à tipologia habitacional, pelo que apenas se destacam aquelas que poderiam ser facilmente aplicadas em espaços desportivos (TIRONE, 2007).

- **Orientação das fachadas principais e dos espaços de permanência** – O sol é uma fonte inesgotável de energia térmica que deve ser aproveitada para aumentar o conforto interior de um qualquer complexo desportivo, não só por ser um recurso gratuito como também pelo facto de reduzir ao mínimo indispensável as necessidades de consumo energético para aquecimento. É um dado adquirido que a exposição solar no quadrante sul é a mais vantajosa do ponto de vista dos ganhos solares ao longo das estações do ano (TIRONE, 2007) e como tal, as fachadas principais devem orientar-se sempre que possível nesta direcção. Não menos importante é o posicionamento junto a estas fachadas dos espaços interiores de permanência mais relevantes (áreas de treino, ginásios, espaços de convívio, etc.) em detrimento dos de menor importância (balneários, comunicações verticais, corredores, instalações técnicas, etc.), sempre que o programa funcional o permita.
- **Áreas envidraçadas em função da orientação solar** – As áreas de envidraçado devem ser dimensionadas em função do movimento do sol ao longo do ano, uma vez que haverá em determinadas alturas uma maximização da radiação solar a entrar

directamente para o interior. O aproveitamento dos ganhos solares durante os meses de inverno ajuda a reduzir o consumo de energia destinada ao aquecimento. Por isso não só faz sentido adequar as suas dimensões face às proporções das fachadas como também otimizar o seu desempenho, pois são os elementos onde existe um risco maior de perda da energia gerada no interior. Assim a envolvente exterior sul é a que deve ter maior área de envidraçado na medida em que, durante os meses de inverno (ganhos solares benéficos), os raios solares penetram a um ângulo mais baixo do que nos meses de verão (ganhos solares não benéficos). Neste último caso os raios solares são eliminados fruto da grande inclinação do sol face ao plano dos envidraçados. Em sentido inverso temos a envolvente norte com uma menor área de envidraçado, dado que não recebe qualquer tipo de ganhos solares directos, estando por isso mais susceptível a perdas térmicas para o exterior. Respeitante à envolvente nascente e poente, a área de envidraçado deve situar-se entre as anteriores, fruto da orientação horizontal dos raios solares. Necessitam de atenção especial ao nível do sombreamento exterior durante os meses de verão, em que os ganhos solares não são bem-vindos, devendo ao mesmo tempo ter dimensões suficientes para tirar partido dos ganhos solares nos meses mais frios;



**Figura 4 – 5**

Trajectória solar em relação ao meio construído nas diferentes estações do ano.

Fonte: PINYONDESIGN (SD)

- **Sombreamentos exteriores** – Como foi dito no ponto anterior, os sombreamentos exteriores das áreas envidraçadas desempenham um papel importante na protecção contra a radiação solar, evitando o calor excessivo. São aplicados pelo exterior dos envidraçados localizados no quadrante sul (nascente, sul e poente), dado que a norte



não há incidência directa da luz solar. Além da protecção contra a radiação solar devem permitir uma boa ventilação natural, proporcionar uma boa visualização do exterior na horizontal mesmo quando se encontram totalmente descidos, permitir o fácil manuseamento pelo interior e estar relativamente distantes do envidraçado de forma a garantir uma boa ventilação natural entre ambos os elementos;

- **Isolamento térmico exterior** – Um bom isolamento térmico da envolvente exterior é um procedimento obrigatório tendo em vista o desempenho energético de qualquer instalação desportiva. No que diz respeito à envolvente opaca (não envidraçada) podemos ter três tipos de aplicação: pelo exterior, integrado na caixa-de-ar entre paredes duplas e pelo interior. A aplicação pelo exterior é sem dúvida a mais vantajosa quando comparada com as restantes (TIRONE, 2007), uma vez que elimina de forma mais eficaz as pontes térmicas, maximiza o efeito da inércia térmica, protege de forma contínua a estrutura de suporte e restantes materiais das amplitudes térmicas exteriores, além de reduzir significativamente o coeficiente de transmissão térmica regulamentado pelo RCCTE;
- **Inércia térmica** – A inércia térmica é uma das medidas passivas mais eficazes quando correctamente dimensionada, podendo ser definida como a capacidade de um material ou componente de uma edificação (neste caso a envolvente exterior) retardar e amortecer as trocas de calor entre dois espaços a temperaturas diferentes. Este efeito é conseguido à custa de um bom isolamento térmico associado a espessuras consideráveis da envolvente exterior (paredes, coberturas, pavimentos, etc.). É particularmente eficaz em climas mediterrânicos como Portugal, uma vez que uma grande amplitude térmica diária associada a uma boa inércia térmica permite equilibrar as trocas de calor entre exterior e interior. Durante os meses de calor, a envolvente exterior absorve a passagem da radiação solar até ao período nocturno, altura em que a temperatura interior baixa significativamente, permitindo que a radiação acumulada durante o dia passe para o interior de forma gradual. O mesmo raciocínio pode ser aplicado nos meses mais frios;
- **Espaços de atenuação climática** – Denominados pelo termo *sunspaces*, são espaços independentes localizados na envolvente sul cuja principal função é armazenar a radiação solar através da envolvente exterior envidraçada, convertendo-se posteriormente em calor que é absorvido pelos espaços interiores adjacentes. Não menos importante é o facto de atenuarem as perdas de energia pela envolvente, além de poderem ser utilizados como espaços de permanência. Este tema encontra-se bem desenvolvido na obra de Sue Roaf (ROAF, 2007) em que a autora faz referência aos mais recentes materiais e tecnologias de baixo impacte ambiental, evidenciando as melhores soluções sustentáveis através de exemplos de projectos residenciais bem sucedidos;
- **Ventilação natural e arrefecimento passivo** – A ventilação natural é um processo que acontece devido à diferença de temperatura entre a envolvente a norte, mais

fresca, e a envolvente orientada a sul, mais quente. De facto não só permite o arrefecimento passivo do interior, por via da circulação do ar fresco em substituição do ar quente sobretudo durante a noite, como também a limpeza das impurezas libertadas pelos revestimentos interiores. Quando o efeito da inércia térmica não é suficiente e a temperatura interior se encontra acima dos níveis de conforto desejado, a ventilação natural reduz de forma eficaz esse sobreaquecimento;

### c. Medidas activas de racionalização dos consumos energéticos

Às medidas activas de racionalização dos consumos energéticos são em tudo semelhantes às medidas passivas, ou seja, contribuem para o mesmo fim que as anteriores. Contudo, diferem em alguns aspectos importantes, pois necessitam de ser afinadas e mantidas ao longo do seu tempo de vida, o que representa não só um custo associado ao consumo energético como também a operação por parte dos utentes. As medidas activas que a seguir se destacam (TIRONE, 2007), à semelhança das anteriores, são aquelas que poderiam ser facilmente aplicadas em espaços desportivos.

- **Colectores solares térmicos** – Este tipo de tecnologia consiste na recolha da energia proveniente da radiação solar, sendo posteriormente transformada em calor e distribuída através do sistema de águas quentes sanitárias (ROAF, 2007). A aplicação de colectores solares térmicos em espaços desportivos, como por exemplo para aquecimento das águas quentes dos balneários e piscinas, não só reduz ao mínimo indispensável a dependência das tradicionais caldeiras a gás como também diminui consideravelmente as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. É de facto um recurso que deve ser potenciado ao máximo se atendermos que Portugal é um dos países da Europa com menor investimento nesta área, tendo em conta o enorme potencial face à quantidade de horas de sol de que dispõe. Normalmente o local destinado para a colocação dos colectores é a cobertura dos edifícios, não só pelas dimensões generosas de cada painel como também pela necessidade de estes serem orientados a sul, de forma a captar a maior quantidade possível de raios solares;
- **Sistemas fotovoltaicos** – Os sistemas fotovoltaicos são em tudo semelhantes aos colectores solares térmicos, no entanto a sua função é a conversão da energia solar em energia eléctrica. A principal vantagem resultante da sua implementação é a denominada micro geração, ou seja, a energia eléctrica é produzida inteiramente pelos sistemas fotovoltaicos, permitindo não só poupar na factura energética como também ceder o excedente produzido para a rede pública, mediante contrapartidas financeiras. Apesar de ser uma tecnologia relativamente recente no mercado, tem sofrido importantes avanços no que toca à integração em meios edificados. Recentemente surgiram os denominados BIPV (PVRESOURCES, 2009), *Building Integrated Photo Voltaics*, que não são mais do que a integração das células

fotovoltaicas nas fachadas orientadas a sul, conferindo-lhes uma identidade de material de acabamento idêntico aos demais. O potencial estético e arquitectónico é por demais evidente, uma vez que é possível variar formas, cores, feitios e grau de transparência, integrando-os de forma harmoniosa com os restantes elementos construtivos. Uma vez que a electricidade é produzida localmente e a partir da energia solar, as emissões de CO2 para a atmosfera são totalmente eliminadas, sendo por isso uma mais-valia ambiental. É importante referenciar duas obras bibliográficas que abordam a temática de forma aprofundada, com textos de diversos especialistas na área (AAVV, 2001) e (AAVV, 2008), em que se demonstram as potencialidades da tecnologia e como pode ser integrada na arquitectura;



**Figura 4 – 6**

Integração do BIPV como material de acabamento exterior.

Fonte: RAYBOARD (2009)

- **Iluminação de baixo consumo** – Esta medida é talvez a mais fácil e económica de ser posta em prática. As tradicionais lâmpadas incandescentes devem ser substituídas pelas recentes lâmpadas fluorescentes, pois não só estas consomem um quarto em relação às primeiras como também têm uma longevidade muito maior (TIRONE, 2007). Adicionalmente produzem menos calor do que as incandescentes, o que equivale dizer que não contribuem significativamente para o sobreaquecimento da temperatura interior de conforto.
- **Sistemas de recolha e reaproveitamento de água** – A água é um bem que se está a tornar escasso e como tal deve ser racionalizado da melhor forma possível. Existem duas formas distintas de aproveitamento da água, a primeira através da recolha das águas pluviais pela cobertura e a segunda através do reaproveitamento das águas cinzentas provenientes dos lava-loiças, lavatórios, banheiras, entre outros. Uma vez que não existe a necessidade de tornar a água de novo potável, esta pode ser

reutilizada para rega de espaços exteriores, descargas em sanitas, lavagem de pavimentos, entre outras aplicações que tornem o seu uso mais sustentável;

#### d. Portugal Eficiência 2015 – Plano nacional de acção para a eficiência energética

No seguimento dos subcapítulos anteriores, em que foram focados alguns princípios de sustentabilidade a ter em conta nas fases preliminares de um projecto, medidas passivas e activas de racionalização do uso da energia e alguns exemplos de abordagens nacionais e internacionais de espaços desportivos, faz sentido enquadrar tudo aquilo que foi dito em relação ao actual rumo das políticas de sustentabilidade em Portugal.

Neste sentido, encontra-se em curso desde Maio de 2008 um plano nacional de acção para a eficiência energética denominado *Portugal Eficiência 2015*<sup>20</sup>, delineado pelo Ministério da Economia e Inovação (Anexo 3). Este plano está enquadrado na necessidade de convergência com os níveis de intensidade energética dos restantes países da união europeia, apesar de nos últimos três anos o nosso país se ter aproximado da média europeia. Neste contexto, foi homologado pelo Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril, o *Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios* (Anexo 4).



**Figura 4 – 7**

Classes de eficiência energética do SCE para edifícios.

Fonte: ADENE (2009)

O SCE, assim designado, vem enquadrar a base de intervenção do plano *Portugal Eficiência 2015*, uma vez que este tem como principal objectivo a melhoria do desempenho energético dos edifícios, optimizando a classe média de eficiência energética através da implementação faseada do

<sup>20</sup> Este programa encontra-se detalhado com algum pormenor no website oficial em <http://www.adene.pt/ADENE/Canais/PNAEE/Enquadramento.htm>

já referido SCE. É composto por doze programas abrangentes que cobrem diversos sectores como os Transportes, Habitação, Serviços, Indústria e Estado, tendo como principal meta atingir 10% de eficiência energética até 2015, segundo dados da ADENE<sup>21</sup>.

De todos os programas faz sentido fazer uma breve descrição daqueles que se enquadram na óptica dos edifícios, tais como a *Eficiência nos Serviços*, *Isolamento Eficiente*, *Janela Eficiente*, *Renováveis na Hora*, *Micro-produção Eléctrica*, *Micro-produção Térmica* e a *Substituição de Iluminação Incandescente*.

- **Eficiência nos Serviços** – O principal objectivo desta medida passa pela certificação de pelo menos metade dos edifícios de serviços com classe energética B- ou superior. Atingir este objectivo passa pela implementação da maior parte das medidas incluídas no plano de acção, entre as quais as descritas nos seguintes pontos;
- **Isolamento Eficiente** – Esta medida visa incentivar a aplicação de isolamentos térmicos eficientes em edifícios que necessitem de reparação. A correcta aplicação de um isolamento térmico minimiza as perdas de calor e aumentam o conforto interior, estimando-se que esta medida possa reduzir em cerca de 30% os consumos energéticos;
- **Janela Eficiente** – À semelhança da medida anterior, pretende-se incentivar a substituição de envidraçados e caixilharias pouco eficientes por vidros duplos de baixa emissividade e com caixilharia de corte térmico. As áreas envidraçadas são os elementos da envolvente exterior por onde se dão as maiores perdas de calor, estimando-se que entre 25% a 30% das necessidades de aquecimento se deva à ineficiência mencionada anteriormente;
- **Micro-produção Térmica** – Pretende-se com esta medida aumentar a produção de energia térmica através da instalação de colectores solares e da criação de incentivos financeiros que atenuem o investimento inicial. Segundo estimativas da ADENE é expectável que em 2015 um em cada quinze edifícios de habitação e serviços possa dispor desta tecnologia;
- **Micro-produção Eléctrica** – O objectivo é dotar os edifícios de condições para produzir grande parte da energia eléctrica que consomem, em baixa tensão, onde se incluem os sistemas fotovoltaicos;
- **Substituição de Iluminação Incandescente** – Pretende-se a substituição das tradicionais lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas ou similares. A iluminação representa, segundo dados fornecidos pela ADENE, cerca de 14% do consumo eléctrico em Portugal, havendo por isso um elevado potencial de poupança ainda para ser explorado.

---

<sup>21</sup> A ADENE - Agência para a Energia “tem por missão promover e realizar actividades de interesse público na área da energia e das respectivas interfaces com as demais políticas sectoriais.”. Mais informação disponível em <http://www.adene.pt/>

## **5. Princípios do sistema *LiderA* para a sustentabilidade dos espaços desportivos**

### **a. Enquadramento internacional**

Como resposta às crescentes necessidades de contenção dos impactes ambientais no sector da construção, foram aparecendo no início da década de 90 e a nível internacional, os primeiros sistemas de avaliação e certificação ambiental dos edifícios, em que se insere mais recentemente o *LiderA* – sistema desenvolvido para a realidade portuguesa. Baseando-se nesses sistemas internacionais mais relevantes, o *LiderA* teve a virtude de saber adaptar o conhecimento adquirido pelos seus antecessores de modo a potenciar a sua aplicação a nível nacional, tendo em conta a realidade específica da construção em Portugal.

Apesar de hoje em dia haver diversos sistemas implementados internacionalmente, é possível identificar alguns de maior destaque, nomeadamente o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) e o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Estes sistemas são bastante semelhantes entre si uma vez que abrangem não só os impactes a nível global como também local.

O BREEAM<sup>22</sup> foi o primeiro método de avaliação ambiental voluntário a surgir na década de 90 no Reino Unido, tendo sido desenvolvido inicialmente para novos edifícios de escritórios. No entanto, rapidamente generalizou o seu âmbito através da criação de versões específicas para o mercado residencial, industrial, comercial e escolar. A avaliação deste sistema considera diversas escalas (global, local e interior do edifício) e é baseada na atribuição de créditos, ou seja, são atribuídos sempre que um se cumpra um determinado conjunto de requisitos ambientais. São definidas duas fases de avaliação: a primeira corresponde às características construtivas do projecto e a segunda está destinada à operação, gestão e manutenção do mesmo. A classificação final varia em função da quantidade de créditos obtidos, sendo satisfatória se cumprir mais de 60% dos créditos, boa se cumprir mais de 70% destes, muito boa se acima dos 80% e excelente se estiver acima dos 90%.

O LEED<sup>23</sup> é igualmente um sistema de avaliação ambiental voluntário desenvolvido nos Estados Unidos da América, apesar de se diferenciar ligeiramente do seu homólogo do Reino Unido, uma vez que só são admitidos ao processo de avaliação os projectos que cumpram uma check list de dez pré-requisitos como a eficiência energética, a qualidade do ar interior, o conforto térmico ou a qualidade da água, entre outros. Uma vez cumpridos os critérios na totalidade o sistema de avaliação é subdividido em 14 categorias, sendo a atribuição de créditos por cada uma destas em tudo semelhante à do BREEAM. A classificação final vai variar igualmente em função do somatório de créditos, sendo bronze se cumprir entre 50% e 60% dos créditos, prata se cumprir entre 61% e 70% destes, ouro se estiver entre 71% e 80% e platina se estiver acima dos 81%.

---

<sup>22</sup> Site oficial em <http://www.breeam.org/>

<sup>23</sup> Site oficial em <http://www.usgbc.org/>

## b. LiderA: sistema de avaliação da construção sustentável em Portugal

O LiderA é a designação de um sistema de avaliação e reconhecimento voluntário da construção sustentável em Portugal (Anexo 5). Desenvolvido por Manuel Duarte Pinheiro<sup>24</sup>, pretende fomentar a ideia de que o meio ambiente deve condicionar todo o processo de construção dos edifícios, desde a fase de projecto até à escolha dos materiais, englobando os aspectos ambientais que permitam um bom desempenho do edificado em termos de sustentabilidade. Dispõe igualmente de mecanismos de avaliação, reconhecimento e certificação deste desempenho ambiental. Deste modo são definidos três níveis essenciais: o nível estratégico, o nível de projecto e o nível operacional (PINHEIRO, 2005).

O nível estratégico diz respeito às políticas e aos compromissos que sustentam os objectivos a atingir a longo prazo para um determinado projecto. O nível de projecto diz respeito ao projecto em si, nomeadamente a definição de soluções construtivas e de materiais que tenham em conta as políticas ambientais definidas no nível anterior. O nível operacional corresponde à aplicação dos princípios estabelecidos, onde se procura avaliar de que forma o edifício corresponde aos níveis de sustentabilidade delineados nas fases anteriores.

O LiderA propõe alguns princípios de base para a política ambiental dos edifícios:

- Respeitar a dinâmica local e potenciar os impactes positivos, tomando partido das características do solo e valorizando as amenidades locais;
- Tornar eficiente o consumo dos recursos, em especial da água, energia e materiais;
- Reduzir o impacte das cargas (quer em valor, quer em toxicidade), reduzindo ou impedindo sempre que possível os efluentes, as emissões e os resíduos;
- Assegurar a qualidade do ar interior, envolvendo o conforto térmico, acústico e ao nível da iluminação;
- Assegurar a qualidade do serviço prestado, ajustando as inovações aos aspectos económicos e sociais que estruturam as sociedades;
- Assegurar a gestão ambiental e a inovação, fornecendo informação ambiental aos utilizadores finais;

Estes princípios são sustentados pela existência de critérios globais de desempenho. Baseiam-se num referencial que determina o nível de eficiência de um determinado critério, ou seja, são atribuídos os níveis A++, A+, A, B, C, D, E, F e G por ordem decrescente de eficiência. O melhor nível de desempenho, a que se atribuiu a letra A, representa uma melhoria na ordem dos 50% face a situações correntes, sendo que o reconhecimento torna-se possível sempre que seja atingida o nível C, que por si só significa um incremento de 25% em relação às práticas actuais (representada pelo nível E).

---

<sup>24</sup> Professor, doutorado em Engenharia do Ambiente e docente do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do IST - Instituto Superior Técnico e director do IPA – Inovação e Projectos em Ambiente.

Assim, os quarenta e dois critérios adoptados pelo LiderA pretendem alcançar um elevado grau de desempenho, em que os valores alcançados devem ser superiores às práticas existentes (nível E), fornecendo uma avaliação final da sustentabilidade dos edifícios. Estes podem ser enquadrados pelas seguintes vertentes:

- Integração Local (Solo, Ecossistemas naturais, Paisagem e Património);
- Recursos (Energia, Água, Materiais e Alimentares);
- Cargas Ambientais (Efluentes, Emissões Atmosféricas, Resíduos, Ruído Exterior e Efeitos Térmicos);
- Conforto Ambiental (Qualidade do Ar Interior, Conforto Térmico, Iluminação, Acústica);
- Adaptabilidade Socioeconómica (Acesso para todos, Custos do Ciclo de Vida, Diversidade Económica, Amenidades e Interação Social e Controlo e Segurança);
- Gestão Ambiental e Inovação.



**Figura 5 – 1**

Vertentes ambientais que estruturam o sistema LiderA

Fonte: LIDERA (2009)

O sistema pode ser aplicado em todas as fases de projecto (conceito, projecto, construção, operação e reabilitação) e nas mais diversas tipologias de uso (habitação, comércio, indústria, turismo, serviços, etc.), tendo como objectivo principal apoiar todos os agentes envolvidos no sector da construção na tomada de decisões que visem a sustentabilidade dos respectivos projectos. O sistema LiderA premeia ainda todos os projectos de reconhecido desempenho ambiental, atribuindo-lhes uma certificação nacional sempre que obtenham um desempenho superior ao nível C.



### c. Princípios de sustentabilidade a integrar em espaços desportivos

Como foi dito anteriormente, o sistema LiderA é sustentado por princípios aplicados em diversas vertentes. Estas são compostas por um conjunto de critérios que funcionam como linhas orientadoras na procura da sustentabilidade. A sua aplicação não pressupõe a descoberta e aplicação das melhores soluções de mercado, mas sim aquelas que ao melhorar significativamente a eficiência ambiental de um dado projecto, têm em conta o seu retorno económico a curto/médio prazo (LIDERA, 2009). O seu carácter global torna possível aplicar apenas parte dos critérios a um determinado projecto, pois tal depende não só das características deste como também da finalidade para o qual foi desenvolvido. O caso dos espaços desportivos não é diferente, pois requer uma abordagem aos critérios de forma integrada e ajustada àquilo que é a realidade dos equipamentos desta natureza, sendo seguramente diferente das abordagens vocacionadas por exemplo para edifícios de habitação, indústria ou turismo. O sistema LiderA é composto por quarenta e dois critérios de base e, como tal, optou-se por abordá-los de forma conjunta nas respectivas vertentes/áreas, tendo como pano de fundo os espaços desportivos em geral, em vez de o fazer de forma individual e exaustiva.

Desta forma, a primeira vertente (**Integração Local**) diz respeito aos critérios que devem ser considerados na implantação dos projectos, sobretudo na forma como a ocupação do solo influencia o desempenho ambiental dos mesmos. Do ponto de vista dos espaços desportivos, não podemos esquecer que desempenham um papel importante na comunidade onde se inserem, por serem uma das suas faces visíveis e, deste modo, devem ser um exemplo de integração cuidada com a envolvente construída e ambiental. Como é possível verificar pelo Quadro 5 – 1, os critérios distribuem-se por áreas importantes como o solo, os ecossistemas naturais e a paisagem e património.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
INTEGRAÇÃO LOCAL	SOLO	7%	S	Valorização Territorial	C1
				Optimização ambiental da implantação	C2
	ECOSSISTEMAS NATURAIS	5%	S	Valorização ecológica	C3
				Interligação de habitats	C4
				Integração Paisagística Local	C5
6 C. / 14 %	PAISAGEM E PATRIMÓNIO	2%	S	Protecção e Valorização do Património	C6
14%					

**Quadro 5 – 1**

Primeiro conjunto de critérios associados à vertente da *Integração Local*.

Fonte: LIDERA (2009)

Há que destacar sobretudo o critério C1 (valorização territorial), o critério C2 (Optimização ambiental da implantação) e o critério C5 (Integração paisagística local) na medida em que estes dependem directamente das ideias dos projectistas. Estes devem integrar a ideia conceptual do projecto não só em função da topografia local como também dispor os espaços principais de actividade física (ginásios, campos de jogos, piscinas, espaços públicos interiores, etc.), aqueles onde os utentes passam grande parte do seu tempo, em função da exposição solar predominante (obtenção de ganhos solares importantes no inverno e melhores condições de luz natural para as actividades desportivas).

A segunda vertente (**Recursos**) engloba os critérios a considerar em áreas como a energia, a água, os materiais e recursos alimentares. Esta vertente considera a racionalização do consumo dos recursos naturais como um factor importante para reduzir o impacte ambiental associado. Desta forma e tendo em conta que os espaços desportivos podem representar a imagem de uma determinada comunidade, há que destacar a área dos materiais e os respectivos critérios (C12 – Durabilidade; C13 – Materiais locais; C14 – Materiais de baixo impacte), ou seja, os materiais a incorporar nos espaços desportivos devem de alguma forma valorizar os recursos materiais existentes na região, não esquecendo a suas características de durabilidade e respectiva energia incorporada (ver capítulo 3). Não menos importantes são dois dos critérios associados à área da energia (C7 – Certificação energética [...]; C9 – Desenho passivo), pois vêm na linha daquilo que foi dito para a vertente da *Integração Local*. A certificação energética como ferramenta de responsabilização ambiental para clientes e promotores e o desenho passivo como ferramenta de optimização dos recursos naturais disponíveis (sol, vento, etc.). O Quadro 5 – 2 mostra os restantes critérios associados a esta vertente.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
RECURSOS	ENERGIA	17%	S	Certificação Energética/Consumo de Energia e eficiência dos equipamentos	C7
				Desenho Passivo	C8
				Intensidade em Carbono	C9
	ÁGUA	8%	S	Consumo de água potável	C10
				Gestão das águas locais	C11
	MATERIAIS	5%	S	Durabilidade	C12
				Materiais locais	C13
				Materiais de baixo impacte	C14
	9 C. / 32 %				
<b>32%</b>	ALIMENTARES	2%	S	Produção local de alimentos	C15

**Quadro 5 – 2**

Critérios do LiderA associados à vertente dos *Recursos*.

Fonte: LIDERA (2009)

A terceira vertente (**Cargas Ambientais**) aborda a dimensão dos impactes gerados pela envolvente construída e a relação que esta promove com os espaços exteriores. Estes impactes

decorrem do tipo de utilização sistemática que se dá a um determinado espaço construído, constituindo-se como uma factura elevada a pagar pelo ambiente caso não haja controlo, optimização e redução por parte de quem opera esses mesmos espaços construídos. O LiderA define diversas áreas de relevo como os efluentes, o tipo de emissões atmosféricas, os resíduos produzidos, o ruído gerado pelas actividades interiores e os efeitos da poluição térmica. No contexto dos espaços desportivos, sabendo que são locais com grande frequência de utilização, as cargas ambientais que tomam uma expressão mais acentuada correspondem à área dos efluentes (C16 – Tratamento de águas residuais), e dos resíduos (C19 – Produção de resíduos; C21 – Reciclagem de resíduos). Com efeito, a existência de balneários em espaços desportivos gera um elevado consumo de água potável da rede pública que, depois de utilizada para duchas e lavagens de recintos desportivos, se desperdiça em vez de ser reutilizada para outros fins. Deste modo seria importante que os espaços desportivos incorporassem sistemas de recolha e tratamento de águas pluviais para aliviar substancialmente a demanda de água da rede pública. As águas residuais, provenientes sobretudo dos balneários, poderiam igualmente ser reaproveitadas para descargas de autoclismos e eventualmente lavagem de espaços exteriores, entre outras aplicações. No que respeita à produção de resíduos sólidos, estes devem ser reciclados e reaproveitados eventualmente para utilização nos próprios espaços desportivos. O Quadro 5 – 3 mostra os restantes critérios associados a esta vertente.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
CARGAS AMBIENTAIS	EFLUENTES	3%	S	Tratamento das águas residuais	C16
				Caudal de reutilização de águas usadas	C17
	EMISSIONES ATMOSFÉRICAS	2%	S	Caudal de Emissões Atmosféricas - Partículas e/ou Substâncias com potencial acidificante (Emissão de outros poluentes: SO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> )	C18
				Produção de resíduos	C19
	RESÍDUOS	3%	S	Gestão de resíduos perigosos	C20
				Reciclagem de resíduos	C21
8C. / 12 %	RUÍDO EXTERIOR	3%	S	Fontes de ruído para o exterior	C22
12%	POLUIÇÃO ILUMINO-TÉRMICA	1%	S	Efeito térmicos (ilha de calor) e luminosos	C23

**Quadro 5 – 3**

Crítérios associados à vertente das *Cargas Ambientais*.

Fonte: LIDERA (2009)

A quarta vertente (**Controlo Ambiental**) inclui as áreas relacionadas com o conforto interior dos espaços, nomeadamente os níveis de qualidade do ar, o conforto térmico, os níveis de iluminação e o conforto acústico. São critérios chave para o bem-estar dos utilizadores que não só dependem das actividades e programa dos espaços como também do tipo de utentes que os frequentam. Os espaços desportivos, sobretudo aqueles que apresentam soluções arquitectónicas

desactualizadas e na qual o autor desta dissertação teve a oportunidade de utilizar enquanto atleta, sempre foram espaços com fraquíssimas condições de conforto térmico interior. Tal facto não só acarreta o natural desconforto dos utilizadores como também potencia o aumento desmesurado do consumo energético para aquecimento, sendo por isso um dos factores primordiais a ter em conta no desenvolvimento de novos espaços desportivos. Assim, há que dar grande relevância ao critério C25 (Conforto térmico) por tudo aquilo que foi dito anteriormente. O conforto ambiental engloba ainda um outro critério particularmente relevante do ponto de vista dos espaços desportivos, critério C26 (Níveis de iluminação). O tipo de iluminação dos espaços onde se desenrola a actividade desportiva, independentemente de esta ser natural ou artificial, pode influenciar de forma positiva ou negativa o desempenho desportivo de quem os utiliza e sempre em função do tipo de modalidade que se está a praticar. Deve portanto ter-se em conta os níveis de iluminação adequados para cada espaço desportivo e sempre que possível evitar a iluminação artificial, de forma a reduzir a dependência do consumo de electricidade. O Quadro 5 – 4 mostra os restantes critérios associados a esta vertente.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
CONFORTO AMBIENTAL	QUALIDADE DO AR	5%	S	Níveis de Qualidade do ar	C24
	CONFORTO TÉRMICO	5%	S	Conforto térmico	C25
4 C. / 15 %	ILUMINAÇÃO E ACÚSTICA	5%	S	Níveis de iluminação	C26
15%			S	Isolamento acústico/Níveis sonoros	C27

#### Quadro 5 – 4

Vertente associada ao *Controlo Ambiental* e respectivos critérios.

Fonte: LIDERA (2009)

A quinta vertente (**Adaptabilidade Socio-Económica**) tenta fazer a interligação entre os espaços construídos e as comunidades em que estão inseridos, ou seja, de que forma pode contribuir para o aumento da qualidade de vida da população local. As áreas abrangidas por esta vertente são a acessibilidade dentro da comunidade, os custos do ciclo de vida sobretudo durante a fase de operação, a diversidade económica, as amenidades e interacção social e controlo e segurança. Existem alguns critérios associados a esta vertente que podem desempenhar um papel importante no âmbito dos espaços desportivos. Desde logo o primeiro critério tem a ver com a acessibilidade a pessoas portadores de deficiência, pois os espaços desportivos devem integrar socialmente todos os cidadãos (C30 – Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência). No seguimento da vertente dos Recursos Naturais, em que se abordou a questão dos materiais em relação à sua proximidade e durabilidade, surge um critério importante para a minimização dos custos de operação dos espaços desportivos, que diz respeito aos baixos custos do ciclo de vida (C31 – baixos custos do ciclo de vida). Um terceiro critério com bastante relevância na óptica dos projectistas tem a ver com a adaptabilidade funcional dos espaços desportivos (C32 – Adaptabilidade dos usos). A implementação

deste critério não só proporcionaria a flexibilização dos espaços para diferentes usos desportivos, como também para outros eventos sociais/culturais de interesse para a comunidade local (C36 – Acessibilidade e interação com a comunidade). O Quadro 5 – 5 mostra os restantes critérios associados a esta vertente.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	NºC	
ADAPTABILIDADE SÓCIO-ECONÓMICA	ACESSO PARA TODOS	5%	S	Acesso aos transportes Públicos	C28	
				Mobilidade de baixo impacte	C29	
				Acesso para todos - Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência	C30	
	CUSTOS NO CICLO DE VIDA	2%	S	Baixos custos no ciclo de vida	C31	
	DIVERSIDADE ECONÓMICA	4%	S	Flexibilidade - Adaptabilidade aos usos	C32	
				Dinâmica Económica	C33	
				Trabalho Local	C34	
	AMENIDADES E INTERACÇÃO SOCIAL	4%	S	Amenidades locais	C35	
				Acessibilidade e interação com a comunidade	C36	
	12 C. / 18 % <b>18%</b>	CONTROLO E SEGURANÇA	3%	S	Capacidade de Controlo	C37
					Controlo dos riscos - Segurança (Safety)	C38
					Controlo das ameaças - Controlo da criminalidade (Security)	C39

#### Quadro 5 – 5

*Adaptabilidade Socio-Económica e respectivas áreas/critérios de acção do LiderA.*

Fonte: LIDERA (2009)

A última vertente do sistema LiderA (**Gestão Ambiental e Inovação**) diz respeito à implementação de práticas que visem a monitorização dos espaços construídos, não só através de sistemas automáticos de gestão ambiental como também pela divulgação de informações relevantes aos utentes, que possam de alguma forma otimizar o desempenho ambiental dos espaços. Dos três critérios que integram esta vertente, destaca-se sobretudo aquele (C40 – Informação ambiental) que diz respeito à informação disponibilizada aos utentes. No âmbito dos espaços desportivos é importante disponibilizar aos utentes toda a informação relevante de como otimizar o desempenho sustentável dos mesmos, sobretudo ao nível do controlo das condições térmicas, de iluminação natural e ventilação natural. O Quadro 5 – 6 mostra os restantes critérios associados a esta vertente.

O sistema LiderA é então composto por quarenta e dois critérios, agrupados por vinte e duas áreas de intervenção, podendo ser aplicado em todas as fases de concepção dos espaços construídos, através de inquéritos aos vários agentes envolvidos no processo e levantamento de dados no terreno (LIDERA, 2009). Cada área de intervenção tem um peso, em percentagem, que influencia a classificação final atribuída aos espaços construídos. A área da Energia é a que representa a maior fatia, com 17% de ponderação para a classificação final, logo seguida pelas áreas

associadas à Água e ao Solo, com cerca de 8% de ponderação. As áreas com menor ponderação são a Alimentar e a Poluição lumino-térmica, com percentagens inferiores a 2% do valor total, entre outras.

No próximo capítulo irá ser abordado, apenas na vertente conceptual, um caso de estudo para um futuro centro de treino de Pentatlo Moderno, modalidade olímpica composta por cinco disciplinas distintas: tiro, esgrima, natação, hipismo e corrida.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
GESTÃO AMBIENTAL E INOVAÇÃO	GESTÃO AMBIENTAL	6%	S	Informação ambiental	C40
				Sistema de gestão ambiental	C41
	3 C. / 6 %	INOVAÇÃO		3%	Inovações
<b>9%</b>					

#### Quadro 5 – 6

Critérios associados à vertente da *Gestão Ambiental e Inovação*.

Fonte: LIDERA (2009)

## **6. Caso de estudo – Centro de treino de Pentatlo Moderno**

### **a. Enquadramento da modalidade e descrição**

O Pentatlo Moderno é um desporto multidisciplinar que envolve cinco modalidades com diferentes características: tiro com pistola de ar comprimido a 10 metros; esgrima na arma de espada a 1 toque entre atletas; natação em 200 metros estilo livre; hipismo na vertente de salto de obstáculos; e corrida na distância de 3 quilómetros em corta-mato. Foi introduzido nas olimpíadas da era moderna em 1912 por Pierre de Coubertain, fundador do evento, com o intuito de testar não só as qualidades morais dos atletas como também as suas capacidades físicas, elegendo assim o mais completo de entre todos. A opção por estas cinco modalidades tão diversas entre si surgiu com base na Lenda do Mensageiro. Esta conta a história de um oficial de cavalaria que foi encarregue de entregar uma importante mensagem às linhas avançadas, tendo de atravessar território inimigo. No calor da batalha e após o seu cavalo ter sido derrubado, foi obrigado a defender-se com a sua pistola e espada, teve de atravessar um rio a nado e finalmente correu até entregar a respectiva mensagem.



**Figura 6 – 1**

Modalidades do Pentatlo Moderno: tiro, esgrima, natação, hipismo e corrida.

Actualmente o Pentatlo Moderno é disputado num único dia, sendo as classificações obtidas através do somatório das performances individuais em cada modalidade, que por sua vez são transformadas em pontos de pentatlo. A classificação final é atribuída em função da pontuação obtida, vencendo assim o atleta que mais pontos de pentatlo somar ao longo de toda a jornada.

O Tiro com pistola de ar comprimido a 10 metros faz apelo às capacidades de tiro básicas e fundamentais que se exigem a qualquer atirador. É o evento mais fácil do ponto de vista físico mas de longe o mais exigente do ponto de vista psíquico em que a calma, a concentração e o sangue-frio dos atletas são determinantes para um bom resultado. É disputado em carreiras de tiro próprias para o evento ou então em pavilhões desportivos adaptados para o efeito.

A Esgrima é o único desporto de contacto numa competição de Pentatlo Moderno e só nesta prova é que há competição directa com os adversários. É uma prova longa onde todos os atletas se defrontam entre si, exigindo uma grande capacidade de concentração e uma resistência notável. A

arma utilizada é uma espada eléctrica, sendo que as regras para vencer tornam a esgrima uma modalidade baseada no acto de vitória, privilegiando o ataque. Uma vez que um único erro lhe pode custar o assalto, o atleta de pentatlo tem que estar sempre alerta, exigindo-se-lhe capacidades excepcionais a nível físico, técnico, psíquico e tático. Os assaltos têm a duração máxima de um minuto e vence aquele que der um único toque. Se ao fim de um minuto nenhum atirador conseguir um toque, ambos sofrem uma derrota, sendo que a área para toque válido inclui todo o corpo. É disputada, à semelhança do tiro, num pavilhão desportivo próprio ou adaptado para o fim a que se destina.

A prova de Natação põe à prova o nível físico e a preparação de cada atleta, exigindo-se-lhe técnica, velocidade e resistência. O nadador terá que fazer uma boa partida, com uma entrada na água suave, cada volta executada na perfeição e cada braçada terá que ser forte e tecnicamente correcta. É normalmente um dos eventos mais equilibrados e competitivos que consiste em nadar 200 metros em estilo livre, disputada em piscina coberta de vinte e cinco ou cinquenta metros.

O Hipismo introduz uma componente aleatória, o sorteio dos cavalos. Para além do valor pessoal, a um atleta pode calhar em sorte um bom ou um mau cavalo e a performance do conjunto cavaleiro/cavalo afectará definitivamente o resultado da prova equestre. Chegou a ser sugerida a substituição da prova de saltos equestres por um outro desporto, mas nenhum com interesse militar tão excitante como o hipismo foi encontrado. A prova equestre exige que os atletas percorram um trajecto difícil, no menor tempo possível, montando um cavalo com o qual houve um contacto apenas muito breve, sendo por isso dos eventos mais difíceis pois explora toda a capacidade do atleta em lidar com situações complicadas e inesperadas. É necessária uma completa harmonia entre cavaleiro e cavalo para obter um bom resultado, derrubando o menor número de obstáculos possível.

A Corrida é quase sempre uma das provas mais emocionantes do Pentatlo Moderno, uma vez que o sistema de partida por “handicap” (a diferença de pontuação entre atletas ao fim das primeiras quatro modalidades é traduzida em segundos de atraso na partida, em relação ao primeiro atleta



**Figura 6 – 2**

Novo formato Combinado para o tiro e a corrida.



classificado) acaba por determinar que quem corta a meta em primeiro lugar é o vencedor da competição. A prova é disputada em qualquer tipo de terreno numa distância de 3 quilómetros para ambos os sexos e sem necessidade de ter instalações próprias pré-estabelecidas.

Recentemente, a UIPM introduziu um novo regulamento para as disciplinas do tiro e da corrida, em que estas passam a ser disputadas simultaneamente num formato denominado Combinado<sup>25</sup>. Neste novo formato os atletas têm de efectuar três percursos de 1000 metros de corrida intercalados com três séries de 5 tiros, para alvos de derrube (ver Figura 6 - 2), até cortar a linha de meta. Desta forma e apenas no âmbito das competições, a prova de tiro deixa de ser efectuada numa carreira de tiro interior, passando a ser realizada ao ar livre. No entanto, do ponto de vista do treino técnico do tiro, é conveniente que se mantenha o hábito de treinar em carreiras de tiro protegidas das condições climatéricas.

### i. Definição de um programa de usos

Hoje em dia, a existência de centros de treino de alto rendimento constitui-se como um apoio fundamental no sucesso das mais variadas modalidades desportivas, não só por possibilitar a descoberta e formação de novos talentos como também por proporcionar aos atletas de elite uma evolução qualitativa das suas capacidades. O Pentatlo Moderno não é excepção e como tal deve lançar-se a nível nacional para o seu próprio centro de treino. Depois de um breve enquadramento sobre a modalidade e as disciplinas que a constituem, é possível então definir um programa de usos para um futuro centro de treino, apesar de até à presente data ainda não estar definida uma localização para o mesmo. Desta forma, o que se pretende com este caso de estudo é essencialmente estruturar de forma conceptual as ideias base associadas a um equipamento deste género. O primeiro passo foi estabelecer com o presidente da FPPM, o Prof. Manuel Barroso, quais as reais necessidades da federação tendo em conta a sustentabilidade económica de um futuro investimento. Numa primeira análise chegou-se à conclusão que as instalações para a prática do hipismo não fazem sentido ser integradas no programa de usos, na medida em que não é prioridade da federação adquirir cavalos de competição, sobretudo devido dos seguintes factores:

- A FPPM tem como intenção a curto prazo definir protocolos de cooperação com escolas de hipismo, não só para treino regular de atletas como também para atribuição de certificados de habilitação que permitam a estes efectuar competições;
- O elevado custo de aquisição de cavalos de qualidade e sobretudo os encargos de manutenção e gestão associados, nada sustentáveis do ponto de vista de uma federação com escassos recursos financeiros.

---

<sup>25</sup> Mais informação sobre o formato Combinado em <http://www.pentathlon.org/index.php?id=256>

Um outro aspecto importante tem a ver com a necessidade de implementar no centro de treino um espaço exterior para treino do novo formato do combinado. Portanto o que se pretende é a existência de um espaço verde adjacente à área a edificar que permita desenhar pelo menos um percurso de 1000 metros para a corrida e que integre uma carreira de tiro exterior. O centro de treino não só servirá como local preferencial de treino de atletas de selecção e descoberta de novos talentos, como também acolherá eventualmente provas nacionais. O programa de usos é então delineado com as instalações necessárias às restantes modalidades e respectivos espaços de apoio:

- Piscina de 25 metros coberta com bancada;
- Pavilhão de esgrima com bancada;
- Carreira de tiro interior com bancada;
- Balneários de apoio;
- Ginásio;
- Recepção e zona administrativa;
- Residência para atletas;
- Refeitório.

Este programa constituiu uma base de trabalho para o desenvolvimento do futuro centro de treino, não estando por isso colocada de parte a hipótese de ser alterado ou eventualmente alargado o seu âmbito.

## ii. Localização e adaptabilidade de usos do centro de treino

Como foi dito anteriormente ainda não se encontra definido o local para a implantação do futuro centro de treino da modalidade. Esta situação, apesar de não ser a desejável, proporciona a vantagem de se poder definir um conjunto de critérios importantes que tornem a escolha sustentada não só do ponto de vista desportivo e económico, como também do ponto de vista da comunidade em que se insere.

O primeiro critério tem a ver com a necessidade de tornar rentável o centro de treino, ou seja, poder alugar as instalações a outras associações/clubes de diferentes modalidades, quando estas não estão a ser utilizadas pelo Pentatlo Moderno. Desta forma torna-se essencial avaliar que tipo de oferta desportiva existe na região onde se pensa implementar o centro de treino, sobretudo ao nível de piscinas públicas, pavilhões de esgrima e carreiras de tiro, de forma que este seja uma mais-valia para a região.

O segundo critério vem no seguimento do primeiro, no entanto focaliza-se na adaptabilidade funcional dos espaços do centro de treino para outros fins que não desportivos. O programa de usos define um pavilhão para a esgrima e uma carreira de tiro, o que à partida podem parecer espaços de difícil adaptabilidade, mas de facto não o são, pois é possível juntar a prática destas duas modalidades distintas num pavilhão único (as linhas de tiro e as pistas de esgrima e restante material

seriam amovíveis). Este funcionaria assim como espaço polivalente, permitindo inclusive a realização de eventos não desportivos e no âmbito da comunidade local.

O terceiro critério diz respeito ao espaço exterior adjacente ao centro de treino, para treino do formato combinado. Este deve ser suficientemente flexível para ser um espaço verde de lazer e permitir ao mesmo tempo a integração do necessário percurso de corrida de 1000 metros, incluindo a carreira de tiro. Deve portanto privilegiar-se locais/regiões em que exista um défice de espaços verdes de lazer, possibilitando a criação e valorização de ecossistemas locais integrados com as actividades desportivas e as actividades de lazer.

O último critério vem no seguimento do anterior, ou seja, deve optar-se por um lote de terreno localizado numa área expectante em que seja possível melhorar a existência de ecossistemas locais.

### iii. Optimização funcional e ambiental na implantação

Com base naquilo que foi mencionado nos subcapítulos anteriores, sobre o programa de usos provisório e os critérios de localização e adaptabilidade, é possível organizar a implantação dos espaços que compõem o centro de treino. Deste modo optou-se por subdividir o programa em diversos blocos funcionais:

- **Edifício principal** – Engloba diversos usos como o átrio de entrada, a zona administrativa, o acesso à residência de atletas e o refeitório;
- **Piscina** – O bloco da piscina, tal como se depreende, é constituído pela piscina de 25 metros;
- **Pavilhão polivalente** – Este bloco diz respeito ao pavilhão polivalente para o tiro e a esgrima. Pode receber outro tipo de actividades, independentemente de serem desportivas ou não, incluindo também um ginásio;
- **Área técnica** – Engloba as áreas técnicas da piscina, pavilhão polivalente, arrecadações e eventualmente os balneários;
- **Área do combinado** – Corresponde ao espaço verde exterior a ser utilizado não só como local de treino do formato combinado tiro/corrída, como também área de lazer para a população local.

A implantação de todo o centro de treino obedece a duas condições fundamentais, que enquadram de alguma forma a abordagem a tomar.

A primeira condição tem a ver com a optimização das medidas passivas de redução dos consumos energéticos. Para que tal aconteça é importante que os espaços mais importantes do centro de treino (piscina, pavilhão polivalente, ginásio, residência de atletas e zona administrativa) possam estar localizados na envolvente sul, para que as áreas envidraçadas possam tirar o máximo partido da exposição solar e dos ganhos térmicos que naturalmente daí decorrem. Por exclusão de partes, os espaços menos importantes como as áreas técnicas, arrecadações e balneários devem

estar localizados na envolvente norte, onde as áreas envidraçadas são reduzidas para minimizar as perdas térmicas.

A segunda condição está relacionada com aspectos regulamentares do combinado, ou seja, existe a obrigatoriedade de os atletas efectuarem a prova de tiro com as costas voltadas para o sol, de forma a evitar o encandeamento no momento dos disparos. Portanto, a orientação ideal para alinhar as linhas de tiro será de sul para norte, fazendo com que os alvos recebam de frente a luz solar. Associado a esta imposição regulamentar existe ainda a necessidade de proporcionar ao público a possibilidade de assistir ao tiro e a grande parte do percurso de corrida, pelo que se torna aconselhável a colocação de bancadas na retaguarda dos atletas e junto à carreira de tiro.

Desta forma é possível organizar a implantação do centro de treino da melhor forma possível, partindo do princípio que existe um lote de terreno com área suficiente para integrar o programa de usos delineado (Figura 6 - 5). Em primeiro lugar é importante que o acesso principal ao lote seja feito pela envolvente sul, uma vez que é nesta envolvente onde se irão situar os espaços principais. O **edifício principal**, que inclui a residência de atletas entre outros espaços importantes, deverá ter um posicionamento centralizado, sendo ladeado a nascente pelo **pavilhão polivalente** e a poente pelas instalações da **piscina**. Estes três blocos que compõem a fachada principal devem estar alongados tanto quanto possível, de forma a maximizar a área de fachada a sul, minimizando a área de fachada a nascente e poente. As **áreas técnicas**, que inclui arrecadações e os balneários entre outros espaços semelhantes, deve estar localizada na envolvente norte, onde se pretende limitar as áreas envidraçadas de forma a reduzir as perdas térmicas para o exterior. A **área do combinado** deve localizar-se mais a norte, sendo parte integrante da área verde lazer acessível não só a atletas como também à comunidade local.



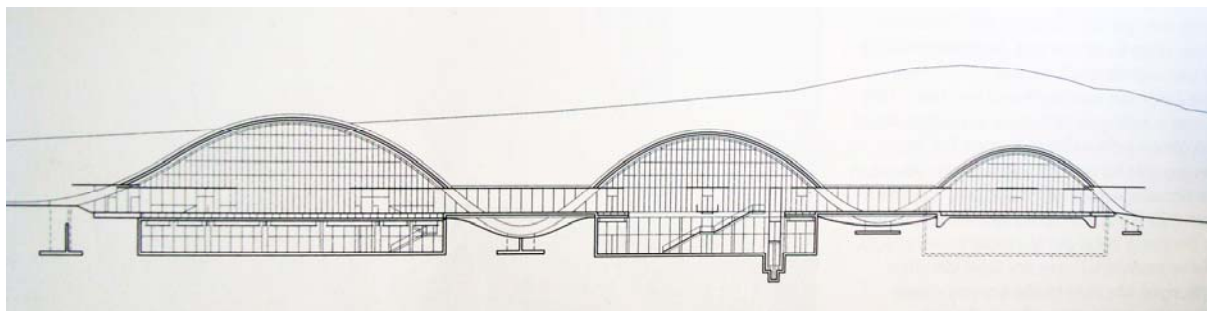
**Figura 6 – 3**

Centro de Arte Paul Klee como exemplo de integração na envolvente natural.

Fonte: DETAIL (2005)

Pretende-se que todos estes espaços do centro de treino funcionem de forma harmoniosa entre si. Como tal é importante definir um conceito, um gesto arquitectónico que atribua uma

identidade própria. O conceito adoptado sugere a modelação topográfica do terreno, através do prolongamento da área verde de lazer para a cobertura dos espaços construídos de forma natural. Um exemplo ilustrativo deste conceito é o Centro de Arte Paul Klee, localizado em Berna, Suíça. (Figuras 6 – 3 e 6 - 4). Este conceito orgânico de fusão entre coberturas e a área verde de lazer permite o aproveitamento das zonas inclinadas como anfiteatros naturais. Estes podem ser utilizados pelo público para visualização das competições de tiro/corrida do combinado de forma natural e pouco intrusiva, como também servir de barreira de protecção por trás da carreira de tiro, entre outras situações.



**Figura 6 – 4**

Fachada orgânica do Centro de Arte Paul Klee orientada para a envolvente sul.

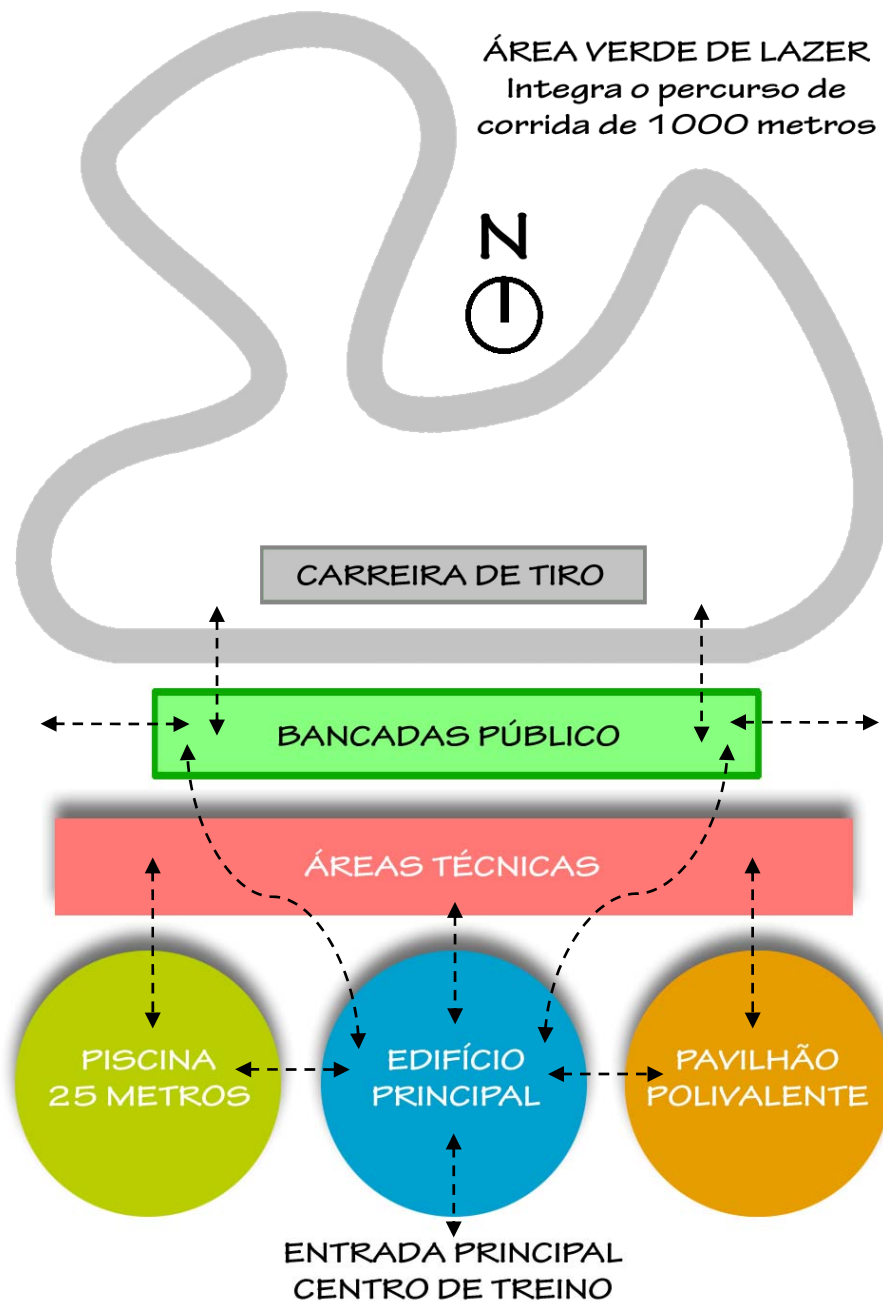
Fonte: DETAIL (2005)

#### iv. Sustentabilidade na escolha dos materiais

A escolha dos materiais de construção para o centro de treino não deve seguir regras pré-estabelecidas. Deve antes ter em consideração três factores fundamentais para que a sustentabilidade dessa escolha possa ser salvaguardada sempre que possível.

O primeiro factor tem a ver com um conceito já abordado no início desta dissertação e que dá pelo nome de **energia incorporada**. De facto, uma escolha sustentável passará sempre por ter em consideração toda a energia dispendida desde a extracção dos materiais, passando pelo transporte e transformação em fábrica até à sua aplicação e manutenção ao longo do tempo útil de vida. O segundo factor tem a ver com a opção por **materiais provenientes da região**, pois não só atenuam os gastos associados ao transporte e respectiva energia como também contribuem para a dinamização da economia local. Por último temos a questão da **durabilidade** e da **reciclagem**, uma vez que estes permitem a minimização do consumo dos recursos e de energia necessária para fabrico de novos materiais, podendo ser reutilizados para outros fins. Tendo em conta as ideias lançadas no programa de usos para o centro de treino, é possível identificar alguns materiais que se integram nos factores enunciados anteriormente.

O primeiro desses materiais é o **subsolo** utilizado como revestimento das coberturas ajardinadas. Uma vez que a área de implantação será modelada topograficamente, seria ambientalmente sustentável equilibrar o volume de escavação com o volume de aterro, onde se incluem as coberturas ajardinadas, permitindo ao mesmo tempo o aumento da área permeável.



**Figura 6 – 5**

Esquema conceptual de implantação do programa de usos.

A utilização do subsolo para revestimento das coberturas ajardinadas apresenta diversas vantagens<sup>26</sup>, como por exemplo:

- Retenção das águas pluviais para armazenamento e prevenção de escorrências superficiais;
- Proporciona o aumento do isolamento em benefício da inércia térmica;

<sup>26</sup> Todas as vantagens associadas à utilização das coberturas ajardinadas podem ser consultadas em <http://www.greengridroofs.com/advantages/greenroofben/index.htm>

- Reduz o efeito da ilha de calor provocado por outros materiais de revestimento;
- Melhora os índices de isolamento acústico;
- Proporciona a existência de determinado tipo de ecossistemas naturais;
- Integração natural em áreas pouco densificadas e reconhecido valor estético.

Outro material que se enquadra naquilo que foi dito anteriormente é a **madeira** e seus derivados. Este material não só é de origem natural como também apresenta uma baixa energia incorporada quando comparado com outros materiais estruturais (aço, betão, etc.). De uma forma resumida podem ser expressas algumas vantagens na utilização da madeira (BERGE, 2000), sobretudo como material estrutural:

- Propriedades naturais que maximizam o isolamento acústico e térmico;
- Material mais leve que os restantes materiais estruturais como o aço e o betão, no entanto de grande densidade e resistência estrutural;
- Baixo custo de produção quando comparado com o betão e o aço, uma vez que requer um menor gasto de energia para transformação;
- Elevada durabilidade, evitando-se ao máximo o recurso a tratamentos químicos;
- Resistência a condições de temperatura extrema (calor e frio), poluição e corrosão. É apenas necessário controlar os níveis de humidade;
- Grande flexibilidade de usos, não só como material estrutural mas também como revestimento;
- É um material natural renovável, neutro em CO<sub>2</sub> e de reconhecido valor estético.

Certamente que haverá outros materiais de características sustentáveis, no entanto estes são os mais relevantes para esta fase conceptual, dada a sua aplicação generalizada em todo o centro de treino.

#### v. Sistemas de optimização e aproveitamento de energia renovável

Se durante a concepção funcional do centro de treino se pensou na optimização ambiental dos espaços desportivos principais, não menos importante é a introdução de medidas de optimização e armazenamento de energia renovável.

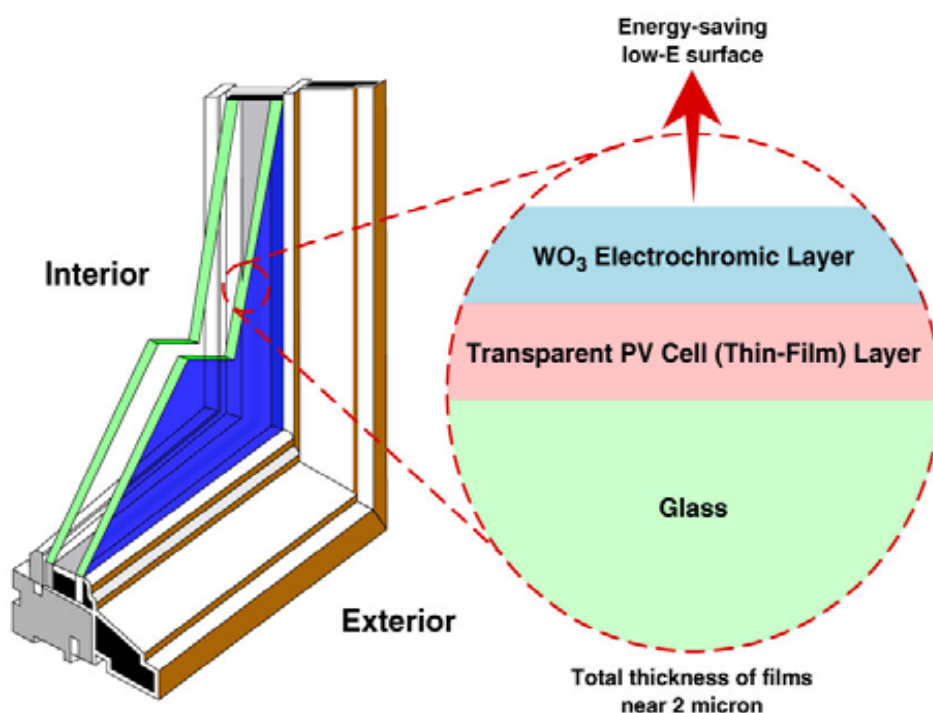
A primeira medida tem a ver com a recolha das águas pluviais na cobertura ajardinada e posterior armazenamento em depósitos localizados nas áreas técnicas. A intenção é tirar partido da inclinação da cobertura e da sua capacidade de retenção das águas pluviais para armazenamento em depósitos instalados nas áreas técnicas. Estas seriam utilizadas para lavagem de espaços interiores, nos balneários e nas instalações sanitárias, evitando o recurso à água da rede pública.

Outra medida a ser adoptada é a integração da energia solar fotovoltaica, através do BIPV – *Building Integrated Photovoltaics* (PVRESOURCES, 2009) e da energia solar térmica, através de colectores solares térmicos. O sistema fotovoltaico permitirá assegurar a totalidade das necessidades

energéticas, convertendo a radiação solar em energia eléctrica, através da integração de células fotovoltaicas no revestimento exterior da envolvente sul do centro de treino. A mesma situação é verificada com os colectores solares térmicos, no entanto estes irão aquecer as águas sanitárias destinadas aos balneários. O local preferencial para integração destas tecnologias é a fachada principal do centro de treino, que se encontra orientada para a envolvente sul.

Outro aspecto muito importante é a iluminação natural, ainda para mais se tivermos em conta que os espaços desportivos principais necessitam de bastante iluminação. Desta forma e sabendo que a piscina e o pavilhão polivalente se encontram orientados a sul, é importante dotar esta envolvente de áreas envidraçadas que permitam a entrada de luz natural difusa. No entanto é importante também proteger os espaços desportivos da luz natural directa, uma vez que esta afecta o rendimento desportivo quando incide nos olhos dos utentes. Desta forma, sugere-se a adopção da tecnologia *Smart Glass*<sup>27</sup>, desenvolvida nos Estados Unidos da América pelo National Renewable Energy Laboratory. Esta tecnologia permite controlar a quantidade de luz e radiação solar que passa através dos envidraçados, tornando-os transparentes ou opacos consoante as necessidades, através da relação entre duas películas transparentes coladas pelo interior dos envidraçados (Figura 6 - 6).

A primeira é composta por células fotovoltaicas que, ao receber directamente a radiação solar, actuam sobre as propriedades electrocromáticas e de baixa emissividade da segunda.



**Figura 6 – 6**

Esquema de funcionamento da tecnologia *Smart Glass*.

Fonte: National Renewable Energy Laboratory (2009)

<sup>27</sup> Mais informação disponível em [http://www.nrel.gov/technologytransfer/ip/highlights/smart\\_glass\\_technology.pdf](http://www.nrel.gov/technologytransfer/ip/highlights/smart_glass_technology.pdf)



As principais vantagens desta tecnologia são as seguintes:

- Controlo manual sobre a transparência ou opacidade dos envidraçados;
- Protecção da radiação solar directa quando esta é indesejada;
- Protecção contra os ganhos solares indesejados;
- Redução dos consumos energéticos para arrefecimento e aquecimento;
- Evita a colocação de sombreamentos exteriores nos envidraçados;

Adicionalmente, é importante mencionar a integração cuidada de lanternins na cobertura ajardinada, que assegurassem a entrada de iluminação natural para os espaços desportivos, complementando a entrada de luz natural pela fachada principal da envolvente sul.

Um último aspecto importante tem a ver com o bom isolamento térmico da envolvente exterior do centro de treino, de forma a maximizar os efeitos da inércia térmica. Esta característica fundamental saiu reforçada com a implementação das coberturas ajardinadas, uma vez que o material terra apresenta excelentes características isolantes, não só ao nível térmico mas também acústico.

#### vi. Inovação e outros aspectos a considerar

As alterações climáticas são um problema relativamente recente na sociedade actual uma vez que há cerca de duas décadas atrás não se imaginava a real dimensão e importância que teria nos dias de hoje. Desta forma temos vindo a assistir ao longo dos tempos à alteração das mentalidades e sobretudo à inovação de práticas que visem a sustentabilidade a todos os níveis, devendo ser promovidas com o intuito de melhorar o desempenho ambiental do meio edificado.

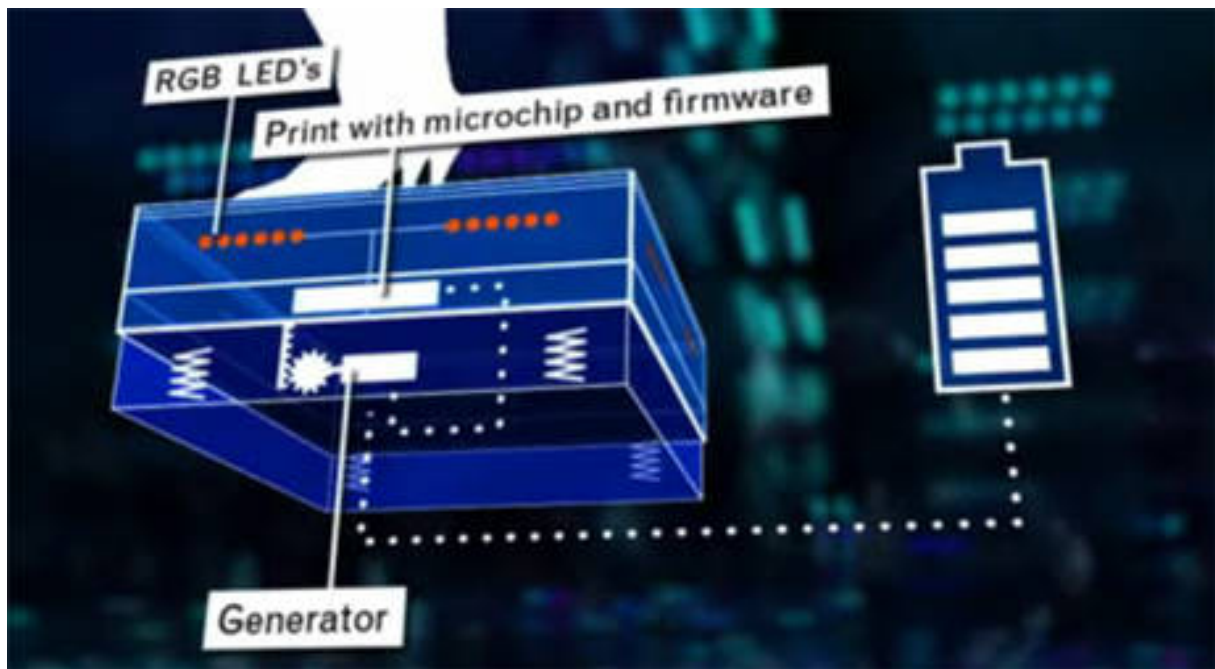
Desta forma, torna-se importante referenciar algumas abordagens que, apesar de não serem dedicadas a espaços desportivos, são inovadoras, como por exemplo o ginásio *California Fitness* (INHABITAT, 2007) em Hong-Kong que implementou um sistema que transforma a energia mecânica gerada pelas máquinas em energia eléctrica. O conceito é bastante simples pois quanto mais calorías se gasta a pedalar ou correr numa qualquer passadeira, mais electricidade é gerada e armazenada em baterias, para posterior iluminação dos espaços entre outros fins. Segundo informações disponibilizadas pelo proprietário, se cada utente corresse na passadeira todos os dias durante uma hora, seria capaz de produzir 18,2 quilowatts de electricidade por ano, evitando a emissão de aproximadamente 4380 litros de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Outro exemplo muito interessante e em tudo semelhante ao exemplo anterior é o *Sustainable Dance Club*<sup>28</sup> em Roterdão, uma discoteca que desenvolveu um pavimento que absorve o movimento da dança dos utentes, transformando-o em energia eléctrica. Apesar de não ser o único dispositivo sustentável de todo o projecto é seguramente o mais inovador, uma vez que a electricidade acumulada é depois utilizada para dar energia ao sistema de som e de iluminação da discoteca. O

---

<sup>28</sup> Mais informação disponível em <http://www.sustainabledanceclub.com/index.php?t=txt&tx=3>

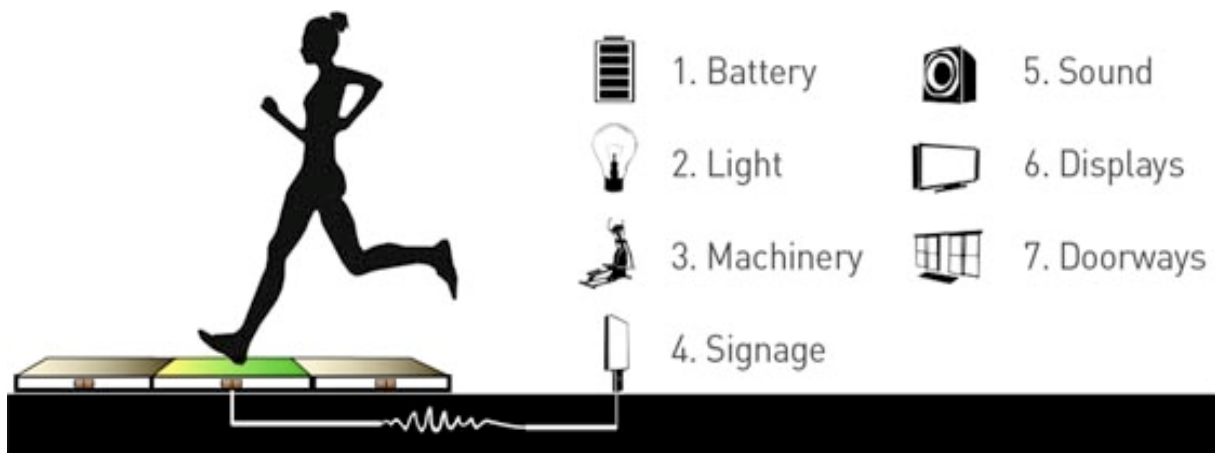
pavimento é composto por módulos quadrangulares (Figura 6 - 7) que funcionam independentemente uns dos outros, estando agrupados como um pavimento superior ao de origem.



**Figura 6 – 7**

Conceito de funcionamento do pavimento *Sustainable Dance Floor*.

Fonte: Sustainable Dance Club de Roterdão (2009)



**Figura 6 – 8**

Conceito de funcionamento do pavimento *POWERleap* e possíveis aplicações.

Fonte: POWERLEAP (2009)

Um terceiro e último exemplo é um sistema quadrangular de pavimento denominado *POWERleap*<sup>29</sup> (Figura 6 - 8). Este aproveita a energia que é desperdiçada quando caminhamos ou corremos, transformando-a em electricidade, através da tecnologia piezoeléctrica<sup>30</sup>. Dados fornecidos pela empresa revelam que uma extensão de cem metros deste pavimento numa cidade movimentada pode gerar aproximadamente 1 quilowatt por hora de electricidade, tendo em conta apenas o tráfego pedonal. Pode ser aplicado em diversos locais como por exemplo passeios públicos, espaços desportivos, terminais de aeroportos, salas de conferência, campus universitários, parques públicos, entre outros locais.

Os exemplos anteriores têm em comum uma característica importante, o aproveitamento do movimento do corpo humano para produzir energia eléctrica de forma limpa e sustentável. É fácil estabelecermos um ponto de comparação com os espaços desportivos pois o movimento é uma característica comum à maioria dos desportos. Desta forma seria interessante integrar este conceito inovador no centro de treino, sobretudo nas áreas onde se desenrolam as actividades desportivas, pois é aqui onde o movimento toma a sua expressão mais acentuada. É possível então abordar de uma forma resumida as possibilidades de integração não só na piscina de 25 metros como também no pavilhão polivalente:

- **Piscina de 25 metros** – Como é sabido a água das piscinas tem de estar em perfeitas condições higiénicas e como tal existe a necessidade de a fazer circular de forma permanente entre o tanque principal e os tanques de compensação (onde é efectuado o tratamento com cloro). À semelhança daquilo que sucede em barragens, onde o movimento da água é utilizado para gerar energia eléctrica, poderia ser desenvolvido um sistema que aproveitasse o movimento constante da água a circular pelas caleiras e tubagens, para gerar e armazenar energia eléctrica;
- **Pavilhão polivalente** – Este espaço desportivo, como ficou definido no programa de usos do centro de treino, será um espaço multiusos onde se praticará não só o tiro e a esgrima do Pentatlo Moderno como também outro tipo de eventos desportivos e não desportivos. Como tal, o pavimento terá de integrar um sistema interno de tomadas de electricidade para ligação às pistas de esgrima e às máquinas de tiro que comandam os alvos, entre outros fins não desportivos. Portanto seria interessante desenvolver um tipo de pavimento, semelhante ao do Sustainable Dance Club (Figura 6 - 5) de Roterdão mas adaptado às exigências funcionais das actividades desportivas, que captasse o movimento dos atletas sobre o pavimento e o transformasse em energia eléctrica. Esta serviria, como em todos os outros casos, para alimentar por exemplo as máquinas de tiro ou as máquinas de pontuação para a esgrima, entre outros fins;

---

<sup>29</sup> Mais informação disponível no sítio oficial em <http://powerleap.net/index.html>

<sup>30</sup> A tecnologia piezoeléctrica corresponde à capacidade de alguns materiais gerarem potencial eléctrico, como resposta a um determinado esforço mecânico que lhes é induzido.

- **Espaços públicos exteriores** – Os espaços pedonais exteriores do centro de treino poderiam integrar uma solução de pavimento semelhante à do POWERleap (Figura 6 - 6), de forma a iluminar integralmente a área verde de lazer em zonas pontuais.

Estas são apenas algumas possibilidades de integração destes sistemas inovadores, no entanto é sempre necessário adaptar a tecnologia ao fim a que se destina, procedendo para isso a estudos concretos que confirmem ou não a viabilidade de aplicação.

#### b. Orientações e verificação de critérios do sistema LiderA

Uma vez definidos os conceitos que estruturam o centro de treino de Pentatlo Moderno, é possível enquadrá-los no sistema LiderA através da verificação dos critérios que o compõem. A todos os critérios foi atribuído um nível de desempenho apesar de ser uma análise relativamente preliminar, uma vez que esta ainda é uma fase conceptual. Assim, os níveis de desempenho<sup>31</sup> de base do sistema LiderA são os seguintes:

- **Nível E** - Valor de desempenho igual à da prática habitual, com factor de ponderação equivalente a 1;
- **Nível D** - Apresenta uma melhoria de 12,5% face à prática habitual, com factor de ponderação equivalente a 1,14;
- **Nível C** - Apresenta uma melhoria de 25% face à prática habitual, com factor de ponderação equivalente a 1,33;
- **Nível B** - Apresenta uma melhoria de 37,5% face à prática habitual, com factor de ponderação equivalente a 1,66;
- **Nível A** – Apresenta uma melhoria de 50% face à prática habitual, com factor de ponderação equivalente a 2;
- **Nível A+** - Apresenta uma melhoria de 75% face à prática habitual, com factor de ponderação equivalente a 4;
- **Nível A++** - Apresenta uma melhoria de 90% face à prática habitual, com factor de ponderação equivalente a 10;
- **Nível A+++** - Apresenta um desempenho neutral ou até regenerativo melhorando desempenho do ambiente.

É importante referir que avaliação efectuada caracteriza-se por alguma subjectividade, no entanto é um ponto de partida para as fases posteriores. Desta forma optou-se apenas por enquadrar os níveis de desempenho entre o nível E e o nível A, em que o primeiro representa a prática habitual e o segundo uma melhoria de 50% face a essas mesmas práticas. No entender do autor desta dissertação, os níveis de desempenho que não foram considerados (A +, A ++ e A +++) pressupõem

---

<sup>31</sup> Mais informação no sítio oficial em <http://www.lidera.info/?p=MenuContPage&MenuId=15&ContId=11>

uma avaliação bastante objectiva e como tal devem ser considerados apenas em fases mais adiantadas de projecto.

Um outro aspecto importante é o factor de ponderação atribuído a cada nível de desempenho, uma vez que é este que irá definir a classe final de desempenho do centro de treino, em relação àquilo que são as práticas habituais. A cada área é atribuída uma percentagem de desempenho parcial, sendo o cálculo efectuado com base nos factores referentes aos critérios e na percentagem global que a respectiva área representa. Somando todos os valores obtêm-se então uma classe final de desempenho que atribui efectivamente a certificação oficial LiderA, sendo enquadrada pelos seguintes intervalos:

- $12,2\% \leq \text{Classe C} < 14,5\%$
- $14,5\% \leq \text{Classe B} < 18,0\%$
- $18,0\% \leq \text{Classe A} < 30,0\%$
- $30,0\% \leq \text{Classe A+} < 70,0\%$
- **Classe A++**  $\geq 70,0\%$

#### i. Atribuição de níveis de desempenho aos respectivos critérios

A atribuição dos níveis de desempenho permitiu constatar que a avaliação de alguns critérios não pode ser feita no momento, uma vez que estes carecem do conhecimento mais aprofundado do caso de estudo e como tal baseiam-se na objectividade. Como tal não é possível decidiu-se atribuir o nível de desempenho E, que corresponde actualmente às práticas usuais, sempre que as informações referentes a esses critérios não permitam a sua avaliação.

Desta forma irá proceder-se de seguida a uma breve avaliação de cada critério, tendo em conta o nível de desempenho atribuído e as informações que sustentam essa mesma avaliação. A caracterização dos quarenta e dois critérios encontra-se num documento em anexo:

- **C1 – Valorização territorial** (Nível A) – A escolha do lote de terreno deve recair sobre áreas expectantes e pouco densificadas, de forma que o centro de treino seja um elemento construído que permita a reorganização territorial. Pretende-se sobretudo que, a partir de um terreno desvalorizado, se possa valorizar em benefício da comunidade local;
- **C2 – Optimização ambiental na implantação** (Nível A) – Um dos aspectos mais importantes no conceito do centro de treino é precisamente a orientação solar dos espaços principais. A solução passa por virar as fachadas principais da piscina, do pavilhão polivalente e do edifício principal para a envolvente sul, obtendo importantes ganhos solares durante o inverno;
- **C3 – Valorização ecológica** (Nível A) - Pretende-se que o centro de treino se integre ambientalmente com a envolvente. Isto será conseguido através da modelação do terreno de forma que não haja distinção entre as coberturas ajardinadas e o terreno

da envolvente norte. Esta integração harmoniosa permitirá manter as funções ecológicas, nomeadamente a drenagem e infiltração das águas pluviais e os cursos de água;

- **C4 – Interligação de habitats** (Nível A) – À semelhança do que foi dito no critério anterior, a modelação do terreno permitirá preservar e inclusive melhorar os ecossistemas locais e biodiversidade sobretudo na área verde lazer;
- **C5 – Integração paisagística local** (Nível B) – O centro de treino irá promover a criação de uma área verde de lazer na envolvente norte para a comunidade local e que servirá ao mesmo tempo para treino do formato do combinado (corrida e tiro). Além do mais, as áreas construídas dos espaços desportivos deverão ser modeladas em função do terreno, proporcionando uma arquitectura orgânica;
- **C6 – Protecção e valorização do património** (Nível E) – Não existem dados suficientes para fazer uma avaliação, pois está dependente da localização final do centro de treino.
- **C7 – Certificação Energética e Consumo de Energia** (Nível B) – De uma forma geral o consumo de energia para aquecimento e iluminação será reduzido quando comparado com as práticas actuais, não só devido ao uso de medidas passivas de aquecimento/arrefecimento como também através da maximização da iluminação natural;
- **C8 – Desenho passivo** (Nível A) – Como foi dito no critério anterior será adoptado um conjunto de medidas passivas para aquecimento/arrefecimento, como por exemplo um bom isolamento térmico, maximizar o efeito da inércia térmica, posicionar os espaços desportivos e as áreas mais importantes na envolvente sul para obtenção de ganhos solares, entre outras medidas;
- **C9 – Intensidade em carbono** (Nível E) – Não existem dados suficientes para fazer uma avaliação deste critério;
- **C10 – Consumo de água potável** (Nível C) – O consumo de água potável será relativamente reduzido uma vez que está prevista a colocação de reservatórios nas zonas técnicas para recolher e armazenar as águas pluviais. Estas serão utilizadas preferencialmente para limpeza dos espaços interiores e exteriores, assim como para descargas em instalações sanitárias e rega das áreas verdes exteriores;
- **C11 – Gestão das águas locais** (Nível B) – A cobertura ajardinada integrada na modelação natural do terreno permitira fazer uma boa gestão das águas locais, na medida em que o subsolo permitirá que se faça a infiltração e drenagem de forma natural, evitando as tão indesejadas escorrências superficiais;
- **C12 – Durabilidade** (Nível C) – Existe a preocupação em seleccionar materiais de construção que sejam duráveis. Temos como exemplos primordiais o material solo nas coberturas ajardinadas e a madeira como material estrutural, sendo o objectivo principal tornar a escolha dos materiais o mais homogénea possível;

- **C13 – Materiais locais** (Nível B) – Deverá optar-se sempre que possível por materiais locais, de modo a evitar custos excessivos no transporte. O centro de treino privilegiará este princípio sempre que possível, tendo como exemplo a utilização do solo movimentado nas áreas de escavação para preencher as coberturas ajardinadas;
- **C14 – Materiais de baixo impacte** (Nível C) – A madeira como material estrutural e o solo são dois dos materiais de baixo impacte que serão implementados no centro de treino.
- **C15 – Produção local de alimentos** (Nível E) – A produção local de alimentos não é uma prioridade no programa de usos e como tal não tem expressão neste critério;
- **C16 – Tratamento das águas residuais** (Nível E) – O tratamento de águas residuais, à semelhança do critério anterior, não é uma prioridade, dado que o caudal estimado para a produção de resíduos não justifica o investimento numa estação de tratamento;
- **C17 – Caudal de reutilização de águas usadas** (Nível B) – Haverá um caudal substancial de águas pluviais que serão reutilizadas, sobretudo para limpeza de espaços exteriores, rega de áreas verdes e descargas em instalações sanitárias;
- **C18 – Caudal das emissões atmosféricas, partículas e/ou substâncias com potencial acidificante (emissão de outros poluentes: SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>)** (Nível E) - Não existem dados suficientes para fazer uma avaliação deste critério;
- **C19 - Produção de resíduos** (Nível C) – O uso associado ao centro de treino não possibilita a existência de grandes quantidades de resíduos sólidos, exceptuando aqueles que são produzidos no refeitório do edifício principal;
- **C20 - Gestão de resíduos perigosos** (Nível E) – Não se prevê a existência de resíduos perigosos;
- **C21 – Reciclagem de resíduos** (Nível E) – À partida não haverá reciclagem de resíduos sólidos localmente, uma vez que segundo o critério C19 a produção destes não será substancial, logo desnecessária.
- **C22 – Fontes de ruído para o exterior** (Nível C) – As actividades desportivas que se irão realizar no centro de treino não terão grande repercussão sonora para o exterior. Nem mesmo o tiro com pistola de ar comprimido a 10 metros produzirá ruído relevante, uma vez que são utilizados chumbos de calibre 4,5mm. A piscina será talvez o espaço desportivo com maior probabilidade de produzir a maior quantidade de ruído, isto se estiver com lotação preenchida e a emitir som pelos altifalantes.
- **C23 – Efeitos térmicos (ilha de calor) e luminosos** (Nível A) – O efeito da ilha de calor não se fará sentir com grande intensidade uma vez que as coberturas ajardinadas vão fazer a interligação entre o espaço edificado e a área verde de lazer. Adicionalmente, nos espaços exteriores de acesso tentar-se-á evitar superfícies escuras e com materiais convidativos à produção de calor por radiação;

- **C24 – Níveis de qualidade do ar** (Nível D) – Os níveis de qualidade do ar deverão apresentar-se dentro dos parâmetros normais dos espaços desportivos de referência;
- **C25 – Conforto térmico** (Nível A) – O conforto térmico perfila-se como um dos aspectos mais importantes do centro de treino devido ao bom isolamento térmico da envolvente exterior, sobretudo ao nível da cobertura ajardinada, uma vez que esta apresenta um índice de isolamento mais eficaz devido à existência ao material solo. A inércia térmica elevada contribuirá igualmente para as boas condições de conforto térmico e sem que isso acarrete um grande consumo energético;
- **C26 – Níveis de iluminação** (Nível A) – Os espaços desportivos como a piscina e o pavilhão polivalente, assim como o edifício principal serão configurados de forma que a iluminação natural possa ser maximizada durante todo o dia. Apenas será necessário recorrer pontualmente a iluminação artificial nos locais expostos sobretudo na envolvente norte do centro de treino;
- **C27 – Isolamento acústico e níveis sonoros** (Nível A) – Este critério segue de uma forma geral aquilo que foi dito no critério C25 – Conforto térmico. De facto o solo da cobertura ajardinada funciona como excelente isolante acústico, a que se associam soluções de isolamento na envolvente sul de qualidade superior às práticas usuais;
- **C28 – Acesso aos transportes públicos** (Nível E) – A avaliação deste critério está dependente da localização final do centro de treino;
- **C29 – Mobilidade de baixo impacte** (Nível E) – Apesar de a avaliação deste critério também se encontrar dependente da localização, pretende-se obviamente que a mobilidade no exterior do centro de treino seja de baixo impacte, ou seja, preferencialmente de forma não motorizada. Salvaguardam-se os espaços de acesso para automóveis nos locais estritamente necessários;
- **C30 – Acesso para todos, acesso para deficientes** (Nível C) – Os espaços desportivos estarão localizados à cota de entrada do centro de treino, tentando-se minimizar sempre que possível os acessos verticais com elevadores de apoio; Pretende-se que haja algumas melhorias face às práticas usuais;
- **C31 – Baixos custos no ciclo de vida** (Nível E) – A avaliação deste critério está dependente da definição das fases mais adiantadas de projecto, no entanto a rentabilização dos espaços desportivos, alugando-os a diferentes entidades, pretenderá ser uma mais-valia neste aspecto;
- **C32 – Flexibilidade e adaptabilidade de usos** (Nível A) – O pavilhão polivalente será um espaço multifuncional, que acolherá todo o tipo de modalidades indoor (além do tiro e da esgrima do Pentatlo Moderno), assim como outro tipo de eventos não desportivos que a comunidade local venha a organizar em seu benefício;
- **C33 – Dinâmica económica** (Nível E) – Uma vez que o uso primordial do centro de treino são as actividades desportivas, não se pretende anexar espaços comerciais sob pena de desvirtuar a essência de um espaço desta natureza, que é a focalização na actividade desportiva de alta competição;



- **C34 – Trabalho local** (Nível E) – Este critério está dependente do tipo de comunidade local em que o centro de treino se irá inserir, se existe população activa ou não e ainda se esta está qualificada para se candidatar aos postos de trabalho que venham a ser criados dentro do centro de treino;
- **C35 – Amenidades locais** (Nível B) – As amenidades locais sairão reforçadas através da criação da área verde de lazer e de competição que, inicialmente, se encontrava desvalorizada ambientalmente perante a comunidade local;
- **C36 - Acessibilidade e interação com a comunidade** (Nível A) - A existência do centro de treino na proximidade de uma determinada comunidade será sempre vista como uma mais-valia para ambas as partes. Primeiro porque se proporciona à comunidade local uma infra-estrutura para a prática de desporto que não existia antes (um dos critérios iniciais para a localização). O centro de treino também beneficia desta proximidade pois pode retirar um rendimento real das instalações, através do aluguer dos espaços para clubes/federações e entidades não desportivas. Desta sinergia resulta a valorização territorial de uma área que, à partida, se encontrava descaracterizada;
- **C37 – Capacidade de controlo** (Nível C) – O controlo de determinados aspectos funcionais do centro de treino é um factor importante para o bem-estar de quem usufrui do centro de treino. A iluminação, a ventilação natural e a regulação do conforto térmico são os principais factores a serem controlados;
- **C38 - Controlo dos riscos, Segurança (Safety)** (Nível E) – Este critério está dependente das fases mais avançadas de projecto e como tal não se encontra avaliado;
- **C39 – Controlo das ameaças, criminalidade (Security)** (Nível E) - Este critério, à semelhança do anterior, está dependente das fases mais avançadas de projecto e como tal não se encontra avaliado;
- **C40 – Informação ambiental** (Nível B) – A disponibilização de informação escrita sobre como controlar e manipular as medidas passivas e activas de racionalização dos consumos energéticos do centro de treino, é meio caminho andado para um desempenho ambiental otimizado e ajustado aos objectivos ambientais a que se propõem;
- **C41 – Sistema de gestão ambiental** (Nível E) – Este critério está dependente das fases mais avançadas de projecto e como tal não se encontra avaliado;
- **C42 – Inovação** (Nível B) – A inovação está presente no conceito de gerar energia eléctrica através do movimento dos atletas. Seria interessante incorporar uma solução de pavimento, adaptada às necessidades funcionais regulamentares, que captasse o impacto sobre os pavimentos desportivos e o transformasse em energia eléctrica. Esta seria reutilizada como energia limpa e renovável.

VERTENTES	ÁREA	%	NºC	CRITÉRIO	NÍVEL	FACTOR	% A SOMAR POR ÁREA	AValiação
INTEGRAÇÃO LOCAL	SOLO	7	C1	Valorização territorial	A	2,00	1,40	Escolha de um lote de terreno expectante e desvalorizado
			C2	Optimização ambiental da implantação	A	2,00		Adopção das exposições solares locais mais vantajosas
	ECOSSISTEMAS NATURAIS	5	C3	Valorização ecológica	A	2,00	1,00	Centro de treino integrado com a envolvente natural
			C4	Interligação de habitats	A	2,00		Pretende-se valorizar e criar novos ecossistemas locais
	PAISAGEM E PATRIMÓNIO	2	C5	Integração paisagística local	B	1,60	0,26	Criação da área verde de lazer/competição na envolvente
			C6	Proteção e valorização do património	E	1,00		Avaliação dependente do local de implantação escolhido
RECURSOS	ENERGIA	17	C7	Certificação Energética/Consumo de Energia e eficiência dos equipamentos	B	1,60	2,69	Prevê-se uma redução significativa do consumo energia
			C8	Desenho passivo	A	2,00		Irão ser integradas diversas medidas passivas
			C9	Intensidade em carbono	D	1,14		Dados insuficientes para fazer a avaliação
			C10	Consumo de água potável	C	1,33		Armazenamento e reutilização das águas pluviais
			C11	Gestão das águas locais	B	1,60		Cobertura ajardinada proporciona a infiltração e drenagem
			C12	Durabilidade	C	1,33		A madeira como material estrutural e longa durabilidade
	MATERIAIS	5	C13	Materiais locais	B	1,60	0,71	Serão utilizados sempre que possível materiais da região
			C14	Materiais de baixo impacto	C	1,33		Os materiais serão de baixo impacto sempre que possível
			C15	Produção local de alimentos	E	1,00		Não haverá produção local de alimentos
	ALIMENTARES	2	C16	Tratamento das águas residuais	E	1,00	0,39	Não haverá tratamento de águas residuais no local
			C17	Caudal de reutilização de águas usadas	B	1,60		As águas pluviais serão reutilizadas para diversos fins
	CARGAS AMBIENTAIS	EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	2	C18	Caudal das emissões atmosféricas - Partículas e/ou substâncias com potencial acidificante (emissão de outros poluentes: SO2 e NOx)	E	1,00	0,20
C19				Produção de resíduos	C	1,33	Não se prevê uma produção substancial de resíduos	
C20				Gestão de resíduos perigosos	E	1,00	Não se prevê a existência de resíduos perigosos	
8C / 12%	RUIDO EXTERIOR	3	C21	Reciclagem de resíduos	E	1,00	0,48	Não haverá reciclagem de resíduos no local
			C22	Fontes de ruído para o exterior	B	1,60		O ruído interior não será significativo
			C23	Efeitos térmicos (ilha de calor) e luminosos	A	2,00		A cobertura ajardinada reduzirá bastante este efeito

Quadro 6 – 2

Quadro resumo com a avaliação e níveis de desempenho das primeiras três vertentes.



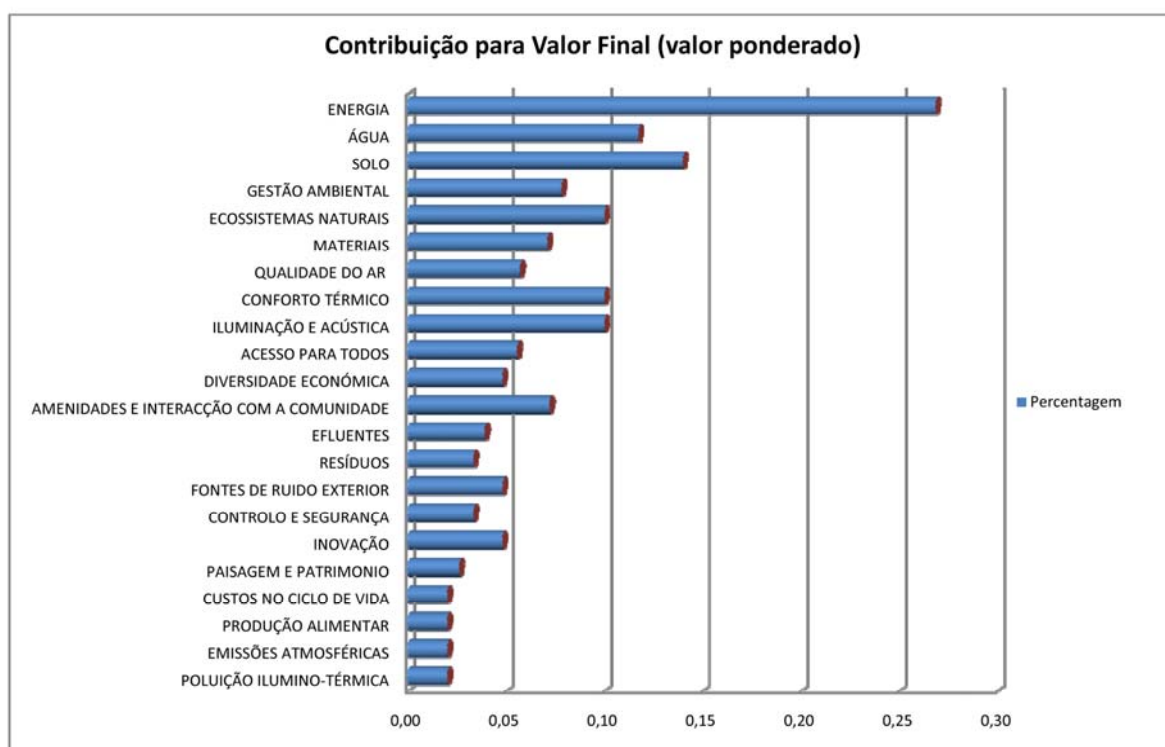
VERTENTES	ÁREA	%	NºC	CRITÉRIO	NÍVEL	FACTOR	% A SOMAR POR ÁREA	AValiação
CONFORTO AMBIENTAL	QUALIDADE AR	5	C24	Níveis de qualidade do ar	D	1,14	0,57	A qualidade do ar enquadrar-se-á nos níveis de referência
	CONFORTO TÉRMICO	5	C25	Conforto térmico	A	2,00	1,00	O isolamento térmico exterior maximizará a inércia térmica
	ILUMINAÇÃO E ACÚSTICA	5	C26	Níveis de iluminação	A	2,00	1,00	A iluminação natural dos interiores será maximizada
			C27	Isolamento acústico / Níveis sonoros	A	2,00		Bom isolamento exterior, sobretudo ao nível da cobertura
ADAPTABILIDADE SOCIO-ECONÓMICA	ACESSO PARA TODOS	5	C28	Acesso aos transportes públicos	E	1,00	0,56	Avaliação dependente do local de implantação escolhido
			C29	Mobilidade de baixo impacte	E	1,00		Avaliação dependente do local de implantação escolhido
			C30	Acesso para todos - Acessibilidade para deficientes	C	1,33		Pretende-se melhorar as práticas correntes
	CUSTOS NO CICLO DE VIDA	2	C31	Baixos custos no ciclo de vida	E	1,00	0,20	Dados insuficientes para fazer a avaliação
			C32	Flexibilidade - Adaptabilidade aos usos	B	1,60	O pavilhão polivalente como espaço flexível nos usos	
	DIVERSIDADE ECONÓMICA	4	C33	Dinâmica económica	E	1,00	0,48	Não haverá locais de actividade económica
			C34	Trabalho local	E	1,00		Avaliação dependente do local de implantação escolhido
	AMENIDADES E INTER. SOCIAL	4	C35	Amenidades locais	B	1,60	0,72	Criação da área verde de lazer/competição na envolvente
			C36	Acessibilidade e interação com a comunidade	A	2,00		A comunidade local usufruirá dos espaços desportivos
	CONTROLO E SEGURANÇA	3	C37	Capacidade de controlo	C	1,33	0,33	Iluminação e ventilação natural, conforto térmico
C38			Controlo dos riscos - Segurança (Safety)	E	1,00	Dados insuficientes para fazer a avaliação		
C39			Controlo das ameaças - Criminalidade (Security)	E	1,00	Avaliação dependente do local de implantação escolhido		
GESTÃO AMBIENTAL E INOVAÇÃO	6	C40	Informação ambiental	B	1,60	0,78	Disponibilizar informação sobre as medidas passivas	
		C41	Sistema de gestão ambiental	E	1,00		Dados insuficientes para fazer a avaliação	
3C / 9%	INOVAÇÃO	3	C42	Inovações	B	1,60	0,48	Gerar energia eléctrica através do movimento dos atletas
							<b>15,15</b>	

Quadro 6 – 3

Quadro resumo com a avaliação e níveis de desempenho das últimas três vertentes.

## ii. Análise crítica

Depois de avaliados os critérios e atribuídos os níveis de desempenho e respectivos factores de ponderação, foi possível verificar que o desempenho final corresponde à **Classe B**, dada a melhoria em **15,15%** face às práticas habituais (Quadros 6 – 2 e 6 - 3). De entre todas as áreas em análise há que destacar a **Energia** como a área de maior contribuição para o valor final obtido, atingindo um valor na ordem dos 27%, claramente à frente das demais. É importante mencionar também o contributo na ordem dos 10% a 13% das áreas afectas ao **Solo**, à **Água**, aos **Ecosistemas Naturais**, ao **Conforto Térmico** e à **Iluminação e Acústica**. Em oposição a estas e com alguma inconsistência na avaliação dos níveis de desempenho estão as áreas correspondentes à **Produção Alimentar**, às **Emissões Atmosféricas** e à **Paisagem e Património**, com valores na ordem dos 2% de contribuição para o valor final. O Quadro 6 – 4 mostra com bastante clareza os resultados obtidos para todas as áreas do sistema LiderA.



**Quadro 6 – 4**

Contribuição em percentagem para o valor final nas diversas áreas do LiderA.

Como foi demonstrado anteriormente é fácil verificar que, no âmbito de uma avaliação conceptual desta natureza, existem áreas e por consequência critérios cuja aplicação em espaços desportivos é perfeitamente possível.

Existem assim alguns critérios que se destacam dos demais, não só por ter-se atribuído aos níveis de desempenho a classe A como também por fazerem parte de áreas com maior percentagem de influência no LiderA (Energia). O primeiro desses critérios diz respeito ao **Desenho Passivo**, que

representa a adopção de um conjunto de medidas passivas para aquecimento/arrefecimento dos espaços desportivos, como por exemplo um bom isolamento térmico, a maximização do efeito da inércia térmica, a posição dos espaços desportivos e das áreas mais importantes na envolvente sul para tirar partido dos ganhos solares sobretudo na época de inverno. Um segundo critério importante associado à área do Solo diz respeito à **Valorização territorial**, que foca a escolha do lote de terreno sobre áreas expectantes e pouco densificadas, de forma a assegurar impactes reduzidos para o solo e seus usos, como também valorizar a envolvente ambiental da comunidade. Igualmente decisivo é o critério da **Gestão das águas locais** associado à área da Água, uma vez que a cobertura ajardinada integrada na modelação natural do terreno permite uma boa gestão destas, proporcionando a infiltração e drenagem de forma natural e evitando as tão indesejadas escorrências superficiais (inundações). Um último critério com especial relevância é o **Conforto térmico** associado à área com o mesmo nome, uma vez que é um dos aspectos mais importantes devido ao bom isolamento térmico da envolvente exterior, sobretudo ao nível da cobertura ajardinada, uma vez que esta apresenta um índice de isolamento mais eficaz devido ao subsolo. A inércia térmica elevada contribuirá igualmente para as boas condições de conforto térmico sem que isso acarrete um grande consumo energético;

Em sentido inverso existem alguns critérios que pouca expressão tem para os espaços desportivos, pelo menos durante esta fase conceptual. O primeiro desses critérios é a **Produção alimentar**, pois no caso particular do centro de treino não existe a necessidade de produzir localmente alimentos que justifiquem este critério. Igualmente com pouca relevância é o critério da **Dinâmica económica** referente à área da Diversidade Económica, uma vez que os espaços desportivos devem focar a sua atenção na prática desportiva de competição, que potencie a concentração em treino e em estágios competitivos.

Em termos meramente arquitectónicos existem algumas situações que devem ser tidas em conta no centro de treino, uma vez que estas condicionam sem dúvida alguma os critérios com melhor desempenho ambiental. A primeira delas é a necessidade de optar por um **lote de terreno desvalorizado e expectante** de dimensão suficiente para enquadrar uma área verde lazer a norte do mesmo, de forma que a concretização do projecto seja um espaço com valor acrescentado para a comunidade local, valorizando e criando novos ecossistemas locais e dinamizando as actividades humanas. Outro aspecto importante e ainda associado ao anterior é a existência do **acesso principal ao centro de treino vindo da envolvente sul**. Esta situação justifica-se pela necessidade em orientar os espaços desportivos (piscina e pavilhão polivalente, ginásios, etc.) e o edifício principal (residência, recepção, etc.) a sul, de forma a **maximizar as características do desenho passivo**, sobretudo ao nível dos ganhos solares em meses mais frios. Este requisito proporcionará a redução considerável dos elevados consumos energéticos que caracterizam de uma forma geral os espaços desportivos correntes, mas exige que a **fachada sul seja maximizada em termos de extensão**, eliminando a fachada exposta a norte uma vez que a cobertura ajardinada fará a interligação formal com a envolvente natural.

De uma forma resumida são estas as implicações arquitectónicas que se impõem no centro de treino nesta fase conceptual. A concretização deste caso de estudo sempre esteve limitada pela indefinição quanto ao local de implantação do centro de treino, na medida em que a FPPM tem

encetado contactos exploratórios com diversos municípios de forma a optar pela solução mais sustentável do ponto de vista financeiro, logístico e de recursos humanos. No entanto, do ponto de vista da própria FPPM, esta abordagem do caso de estudo do centro de treino acaba por ser uma mais-valia pois, tal como se desejava que acontecesse, lança as bases para que essa escolha possa ser bem fundamentada do ponto de vista arquitectónico e da própria sustentabilidade ambiental do projecto.

Em termos de desenvolvimento futuro sugere-se que esta abordagem conceptual possa ser concretizada de forma mais objectiva, através de um **estudo prévio**, sobretudo depois de estar definido o local de implantação do centro de treino. Seria igualmente importante abordar de forma aprofundada a vertente dos **materiais de construção a aplicar**, tendo em conta o seu grau de sustentabilidade e a aplicabilidade funcional, ou seja, que materiais sustentáveis poderiam corresponder positivamente às exigências funcionais e ambientais de um centro de treino de Pentatlo Moderno. Finalmente, sugere-se também o **desenvolvimento de soluções arquitectónicas**, ao nível do pormenor de execução, que sustentem os conceitos explorados nesta dissertação, sobretudo ao nível das fachadas e coberturas ajardinadas. Seria ainda proveitoso efectuar uma **análise comparativa** (consumos energéticos, aspectos funcionais, etc.) entre o futuro estudo prévio e os actuais espaços desportivos (piscinas municipais, pavilhões escolares, ginásios), de forma a obter dados objectivos que possam confirmar a abordagem conceptual desta dissertação. Em última análise, os desenvolvimentos sugeridos anteriormente podem contribuir significativamente para o ajustamento e **adaptação do sistema LiderA na avaliação dos espaços desportivos**, uma vez que até à presente data esta tipologia de edifício ainda não tem certificações atribuídas.

## 7. Conclusões

---

Ao longo dos capítulos anteriores e de uma forma generalizada, a temática das alterações climáticas e da sustentabilidade nos ambientes construídos desempenhou um papel importante na fundamentação teórica desta dissertação. De facto, com o advento da revolução industrial no século XVIII, em que se assistiu à densificação das cidades e ao aumento das actividades humanas, a pressão sobre os ecossistemas e os recursos naturais tem vindo a tomar proporções insustentáveis ao ponto de, passados quase três séculos, debatermos o futuro da própria espécie humana.

Com efeito, esta dissertação abordou de um modo sintetizado os impactes ambientais adversos que têm ocorrido nas últimas décadas, fruto dessa pressão sobre os recursos naturais, analisando de que forma a escolha dos materiais de construção pode aumentar ou diminuir a sustentabilidade do meio ambiente. Conceitos como a *pegada ecológica*<sup>32</sup> e a *energia incorporada*<sup>33</sup> ajudam a fundamentar os princípios da construção sustentável defendidos por Charles Kibert<sup>34</sup> na década de noventa do século passado: redução do consumo dos recursos, reutilização dos recursos sempre que possível, reciclar materiais em fim de vida e utilizar recursos recicláveis, proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as actividades, eliminar os materiais tóxicos e os subprodutos em todas as fases do ciclo de vida.

Desta forma foi possível fazer a transição para a construção sustentável em espaços desportivos através da definição dos critérios de sustentabilidade e aplicações na fase inicial de um projecto, em que se assumem preocupações evidentes com a implantação no terreno, a utilização e gestão das águas, os materiais e o conforto térmico, entre outras. Estabeleceu-se igualmente que tipo de medidas passivas e activas podem ser implementadas de forma a maximizar o desenho passivo dos espaços desportivos e a rentabilizar a energia solar para aquecimento de águas e transformação em energia eléctrica. Neste contexto tornou-se importante enquadrar estas medidas no plano *Portugal Eficiência 2015* - plano nacional de acção para a eficiência energética, que incentiva o investimento nas energias renováveis e a adopção de medidas sustentáveis, visando a redução do consumo de energia.

Um dos temas abordados nesta dissertação que importa destacar é o sistema português de avaliação e certificação da sustentabilidade, denominado LiderA. Este sistema veio preencher um vazio existente no sector da construção e espaços construídos, uma vez que o nosso país nunca dispôs de uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade tão valiosa e imprescindível. O LiderA, à semelhança daquilo que foi dito no decorrer da dissertação, teve a virtude de saber adaptar o

---

<sup>32</sup> Conceito desenvolvido por Rees e Wackernagel no início da década de noventa. Informação adicional em <http://www.rprogress.org/index.htm>

<sup>33</sup> Define-se como a soma da energia necessária à extracção das matérias-primas, com a energia necessária ao seu processamento e manuseamento, com a energia utilizada nos processos de transformação da matéria-prima em produtos finais, com a energia utilizada no respectivo transporte de um lado para o outro e, ainda, com a energia necessária para pôr tudo de pé (BENTO, 2007)

<sup>34</sup> Biografia de Charles Kibert disponível em <http://www.dcp.ufl.edu/ckibert/Bio.html>

conhecimento adquirido pelos sistemas homólogos internacionais (LEED nos Estados Unidos e o BREAM no Reino Unido, entre outros) de modo a potenciar a sua aplicação a nível nacional, tendo em conta a realidade específica da construção em Portugal. É composto por quarenta e dois critérios de sustentabilidade, distribuídos por seis vertentes ambientais tais como a *Integração Local*, os *Recursos*, as *Cargas Ambientais*, a *Energia*, a *Adaptabilidade Socio-Económica* e a *Gestão Ambiental e Inovação*. Todas estas vertentes e respectivos critérios representam um peso específico, em percentagem, para a avaliação da sustentabilidade final. A sua abordagem permite avaliar os espaços construídos em todas as fases de projecto e como tal foi fácil fazer a sua aplicação no caso de estudo conceptual.

Por conseguinte, a aplicação do sistema LiderA ao caso de estudo do centro de treino de Pentatlo Moderno constituiu-se como um dos objectivos principais nesta dissertação. Depois de feita a caracterização das ideias conceptuais, procedeu-se à avaliação dos critérios através da atribuição de classes de desempenho, cujo resultado final correspondeu à classe B (15,15% de melhoria face às práticas habituais em espaços desportivos). A análise crítica permitiu concluir que é possível aplicar de uma forma geral os critérios nesta fase conceptual, havendo no entanto alguns cuja aplicação não é possível.

Concluindo esta dissertação é possível afirmar que, de uma forma geral, é possível melhorar as condições de sustentabilidade dos espaços desportivos, não só através da implementação de medidas passivas e activas mas sobretudo ao nível da consciencialização dos utentes. O sistema LiderA assegura sem dúvida alguma um suporte fulcral para todos aqueles que queiram implementar, nos espaços desportivos e não só, medidas que sustentem as actividades humanas num futuro próximo.



## **Referências bibliográficas**

---

AAVV (2006). *VIA Climates 16.V*. Edita Publisher - Col·legi D'Arquitectes de la Comunitat Valenciana.

AAVV (2003). *Photovoltaics and Architecture*. Taylor & Francis e-Library, Londres.

AAVV (2008). *Flexible Solar Cells*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

AAVV (2005). *In Search of Sustainability*. Csiro Publishing.

AAVV (2007). *Un Vitruvio Ecológico. Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible*. Editorial Gustavo Gili SL, Barcelona.

AAVV (2005). *Green Building Handbook – A guide to building products and their impact on the environment*. Taylor & Francis e-Library, Volume 1.

BAKER, Nick; STEEMERS, Koen (2005). *Energy and Environment in Architecture - A Technical Design Guide*. Taylor & Francis e-Library.

BENTO, Pedro (2007). *Novos Edifícios – Um Impacte Ambiental Adverso 03*. 1ª Edição, Coleção Expoentes, Parquexpo, Lisboa.

BERGE, Bjorn (2000). *The Ecology of Building Materials*. Edição Inglesa, Architectural Press, Oxford.

CYSNE, Maurício; AMADOR, Teresa (2000). *Direito do Ambiente e Redacção Normativa: teoria e prática nos países lusófono*.

HYDE, Richard (2008). *Bioclimatic Housing – Innovative Designs for Warm Climates*. Earthscan, Londres.

KENNEDY, Joe (2004). *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village*. New Society Publishers, National Library of Canada.

PINHEIRO, Manuel Duarte (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Edição Instituto do Ambiente, Amadora.

PINHEIRO, Manuel Duarte (2005). *Princípios e Critérios para a Construção Sustentável – Perspectiva LiderA*. Versão 1.01, Lisboa.

PINHEIRO, Manuel Duarte (2009). *Apresentação Sumária do Sistema de Avaliação Voluntário da Sustentabilidade da Construção – Versão para Ambientes Construídos*. Versão 2.00, Lisboa.

RICHARZ, Clemens; SCHULZ, Christina; ZEITLER, Friedemann (2007). *Energy Efficiency Upgrades – Principles, Details, Examples*. Detail Practice, Birkhauser – Publishers For Architecture, 1st Edition.

ROAF, Sue (2007). *Eco-House: A Design Guide*. Architectural Press, 3ª Edição, Oxford.

SMITH, Peter (2005). *Architecture in a Climate of Change – A Guide to Sustainable Design*. Architectural Press, Oxford, 2ª Edição.

TIRONE, Livia (2007). *Construção Sustentável, Soluções Eficientes Hoje, a Nossa Riqueza de Amanhã*. 1ª Edição, Tirone Nunes SA, Lisboa.

BRAINYQUOTE (2009). [http://www.brainyquote.com/quotes/authors/p/pierre\\_de\\_coubertin.html](http://www.brainyquote.com/quotes/authors/p/pierre_de_coubertin.html)

DETAIL (2005). Imagem retirada da revista Detail nº 7/8 de 2005.

IDEIAS AMBIENTAIS (2006). Conceito de impacte ambiental citado do website oficial em [http://www.ideiasambientais.com.pt/impacte\\_ambiental.html](http://www.ideiasambientais.com.pt/impacte_ambiental.html). Acedido pela última vez a 30 de Abril de 2009.

INGENIA (2007). A Magazine online Ingenia nº 33 aborda com algum detalhe este projecto sobre o Water Cube de Pequim.

INHABITAT (2007). A Inhabitat é um website que visa divulgar novas tecnologias, inovações tecnológicas, novos materiais e práticas que tornem a arquitectura o mais sustentável possível. Encontra-se divulgado em <http://www.inhabitat.com/2007/03/08/human-powered-gyms-in-hong-kong/> a nova tecnologia que transforma a energia mecânica das máquinas de fitness em energia eléctrica.

LIDERA (2009). Website oficial em <http://www.lidera.info>. Acedido pela última vez a 30 de Abril de 2009.

PINYONDESIGN (SD). Imagem retirada de <http://www.pinyondesign.com/images/sus-sun%20trajectory.jpg>. Acedido pela última vez a 30 de Abril de 2009.

POWERLEAP (2009.) O POWERleap é uma marca registada de um sistema de pavimento que converte a energia desperdiçada durante a caminhada em energia eléctrica. Mais informação disponível no website oficial em <http://powerleap.net/images/product.html>

PVRESOURCES (2009). Toda a informação referente a este tema encontra-se disponível no website <http://www.pvresources.com/en/bipven.php>. Acedido pela última vez a 30 de Abril de 2009.

RAYBOARD (2009). Imagem retirada do website <http://www.rayboard.com/image/solor-energy/products/station/bipv-building.jpg>. Acedido pela última vez a 30 de Abril de 2009.



# **ANEXO 1**

# REBOLA

## Energias Renováveis em Complexos Desportivos



Projecto co-financiado pelo Programa Europeu ALTENER  
de promoção das energias renováveis.

AGOSTO 2002

# ÍNDICE

APRESENTAÇÃO .....	3
Uma Ideia Sustentável .....	4
A AMES e o Município de Sintra .....	4
A Casa das Selecções Nacionais e o Projecto REBOLA .....	5
Integração de Energias Renováveis .....	6
Necessidades em Energia útil .....	7
Energia Final pelas Diversas Formas de Energias Renováveis .....	7
Emissão de CO <sub>2</sub> .....	10
Análise Económica .....	11
Investimento/Financiamento .....	12
Balanço Global do Programa REBOLA na Casa das Selecções .....	13
Resumo do Projecto REBOLA .....	17
Resumo do Projecto Agregado REBOLA/VIRTUS .....	18
ALTENER Promoção da Utilização das Energias Renováveis .....	20
A AMES – Agência Municipal de Energia de Sintra .....	21

A construção de um edifício é uma alteração na paisagem, criando um marco que perdura no tempo. Ao admirarmos um edifício secular, apreciamos a arte, o engenho e as técnicas construtivas que tornaram o edifício uma realidade e hoje um monumento.

Actualmente, com as exigências crescentes de conforto, é tão importante o valor do investimento na edificação como os custos, ao longo de uma geração, da exploração do empreendimento.

Numa época de grande instabilidade nos preços de energia e de uma crescente dependência no abastecimento de combustíveis fósseis provenientes de zonas em conflito, a aposta na redução dos consumos e da utilização de energias renováveis é a mais segura e a que garante que os futuros custos de exploração sejam aceitáveis.

Neste sentido o Programa ALTENER pretende que a Europa caminhe para uma menor dependência no seu abastecimento energético, utilizando mais os seus recursos energéticos renováveis, contribuindo também para o controlo das emissões de gases causadores do efeito atmosférico de estufa, de acordo com os compromissos assumidos em Quioto e recentemente reforçados em Joanesburgo.

Graças ao pioneirismo da Câmara Municipal de Sintra ao criar a Agência Municipal de Energia de Sintra (AMES), será a primeira vez que em Portugal, e mesmo na Europa, que um complexo desportivo de alta competição irá ser abastecido totalmente por energias renováveis. Outros se seguirão, alargando o leque de aplicações a outros edifícios e complexos, passando a ser generalizados como hoje o são o computador e o telemóvel. Tecnologias estas com menos de uma geração de uso e amplamente utilizadas.



Fernando Jorge Loureiro Reboredo Seara  
*Presidente da Câmara Municipal de Sintra*



## Uma Ideia Sustentável

O desporto de alta competição é um fenómeno mediático que apaixona multidões em todo o mundo. A realização do Campeonato da Europa de Futebol em Portugal e dos Jogos Olímpicos na Grécia, ambos em 2004 e em países mediterrânicos, levou à concepção do Projecto REBOLA no sentido de maximizar a integração de energias renováveis em espaços urbanos e desportivos, mostrando aos biliões de telespectadores em todo o Mundo, as potencialidades destas tecnologias do passado, do presente e cada vez com mais futuro.

O espírito Olímpico e desportista *mente sã em corpo são*, da paz e da fraternidade universal aliam-se com as energias renováveis, cujo uso generalizado, substituindo combustíveis fósseis, contribui claramente para um futuro mais saudável, mais coeso, mais ecológico e mais pacífico.

Estando prevista a construção de um complexo desportivo de alta competição para albergar as Selecções Nacionais de Futebol em Sintra, a Agência Municipal de Energia de Sintra (AMES) associou-se com as entidades promotoras, que inclui a Câmara Municipal de Sintra e a Federação Portuguesa de Futebol (FPF), no sentido de, ao abrigo do Programa Europeu ALTENER, se estudar uma forma de tornar auto-suficiente em energia o futuro complexo desportivo, aproveitando ao máximo os recursos renováveis disponíveis localmente.

### Projecto Rebola

O projecto Europeu **REBOLA** é coordenado pela AMES. Em Portugal tem três objectivos que a seguir se identificam:

1. Fazer um estudo integrado de forma a minimizar os consumos de energia do complexo desportivo da Casa das Selecções e a proporcionar-lhe um total abastecimento por energias renováveis;
2. Desenvolver um mecanismo de financiamento de forma que o plano seja concretizado;
3. Fazer um estudo de integração de energias renováveis nos parques desportivos de Sintra;

## A AMES e o Município de Sintra

Sintra é um Município localizado a 30 km Oeste de Lisboa, onde o histórico, o urbano, a natureza e o rural se interpenetram numa multifacetada suburbanidade de um grande aglomerado populacional de mais de 2 milhões de habitantes para o qual Sintra contribui com cerca de 20%.

Na última década do século XX, a população de Sintra aumentou cerca de 40% o equivalente a um crescimento anual de 3.4%, ou seja 10 famílias por dia.

A procura de energia em Portugal tem crescido a um ritmo de 4.5% ao ano na última década, com destaque para os sectores dos transportes e dos edifícios cujo crescimento médio tem sido de 6% ao ano. Em Sintra estes valores têm sido ainda mais agravados não só devido ao aumento da população e do parque habitacional mas também pela forte pendularidade casa-trabalho-casa característica das zonas suburbanas em forte expansão.

A introdução de energias renováveis em parques desportivos de Sintra foi estimada em 5,320 m<sup>2</sup> de área, financiáveis a 40% por fundos públicos. O número de locais identificados ascende a 223, dos quais 24 são piscinas.

O projecto ALTENER liderado pela AMES e denominado IRTUS (Acrónimo Inglês de: Integração de Energias Renováveis em Espaços Urbanos e Infraestruturas Desportivas), nasceu da agregação de dois projectos sendo um liderado pelo Município de Maroussi na Grécia e integrado nos Jogos Olímpicos de Atenas 2004, e outro denominado **REBOLA** liderado pelo Município de Sintra através da AMES, com o objectivo da integração de energias renováveis em complexos desportivos localizados em Portugal, Holanda, Grécia e Dinamarca.

Os quatro casos de estudo são:

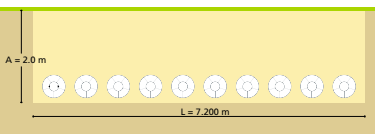
- A Casa das Selecções: um Centro de Estágios para as equipas nacionais de futebol (Sénior e Sub-21) em Sintra, Portugal (figura 1);
- As instalações para os Jogos Olímpicos de 2004 e área urbana envolvente na cidade de Maroussi, próxima de Atenas, Grécia;
- A reabilitação e alargamento do Estádio de Feyenoord em Roterdão, Holanda;
- A construção de novos complexos desportivos no Município de Ballerup, Dinamarca.

## A Casa das Selecções Nacionais e o Projecto REBOLA

Figura 1

Esquema Geral do Conceito REBOLA na Casa das Selecções.



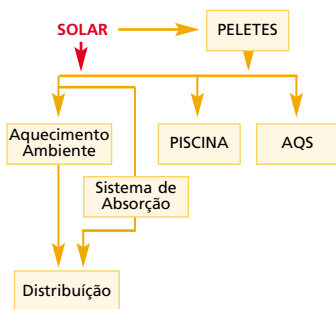


### Energia Geotérmica

Esquema para aproveitamento da massa térmica do solo.



### Biomassa na forma de Pelletes



### Painel Solar Fotovoltaico

## Integração de Energias Renováveis

A introdução de Energias Renováveis envolve novos conceitos e mentalidades. Só faz sentido integrar energias renováveis após um estudo exaustivo de inventariação das necessidades energéticas para satisfazer elevados níveis de conforto, eliminando todos os consumos supérfluos e seleccionando os melhores equipamentos do mercado, no sentido de reduzir ao mínimo as necessidades complementares de energia auxiliar.

Assim, as energias renováveis serão chamadas a complementar as necessidades de conforto, maximizando os benefícios económicos e ambientais do seu uso com investimentos otimizados.

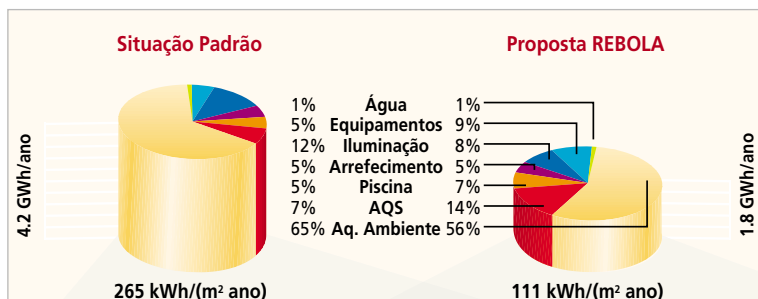
Neste projecto, começou-se pelo estudo da optimização da envolvente térmica dos edifícios e da selecção no mercado de tecnologias provadas com menores consumos de energia. Também foi considerada a escolha de tecnologias e processos de baixo consumo de energia e de recursos naturais como é um exemplo a utilização de água da chuva para irrigação e descargas em sanitas.

As soluções de energias renováveis estudadas cujo uso se recomenda vivamente são:

1. **Energia Geotérmica:** aproveitamento da enorme massa térmica do solo com a dupla função de:
  - No Inverno**, aumentar a temperatura do ar novo de admissão nos edifícios; e
  - No Verão**, abaixamento da temperatura do ar novo de admissão nos edifícios.
2. **Energia Solar Térmica:** aproveitamento da energia solar para produção de água quente com a tripla função de:
  - Aquecimento ambiente, via chão radiante, no Inverno;
  - Produção de água quente sanitária (AQS) e aquecimento da piscina, durante todo o ano;
  - Produção de frio por absorção, fornecendo energia ao gerador à temperatura de 90 °C, no Verão.
3. **Energia da Biomassa:** produzida através da combustão de resíduos não contaminados e secos da indústria da madeira, prensados em grânulos, denominados pellets, com a função de complementar totalmente as necessidades de energia térmica.
4. **Energia Solar Fotovoltaica:** aproveitamento da energia solar para produção de electricidade em ligação directa com a rede eléctrica nacional. O sistema solar produz e vende toda a electricidade à rede, por sua vez os consumos de electricidade nos edifícios são satisfeitos pela rede pública.
5. **Energia Eólica:** aproveitamento da energia do vento para bombagem de água, tirando partido da sua elevada disponibilidade no local utilizando moinhos de eixo horizontal multi-pá, denominados "Moinhos Americanos".

### Necessidades em Energia Útil

Na Figura 2 apresenta-se o gráfico das necessidades úteis em energia previstas para o complexo desportivo da Casa das Selecções.



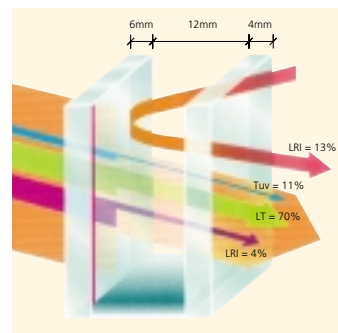
As necessidades de energia útil na situação padrão é de 4.2 GWh/ano enquanto que na proposta REBOLA é de 1.8 GWh/ano, ou seja, existe uma redução de 57% das necessidade energéticas úteis.

As trocas energéticas entre o exterior e o interior dos edifícios, através das paredes e envidraçados envolventes, são o que **mais contribui** para as necessidades de energia útil evidenciando a importância de uma boa qualidade térmica dos edifícios.

A iluminação é, a seguir à envolvente, o que mais contribui para as necessidades de energia útil. Este facto revela a **dupla importância** que tem uma iluminação eficiente porque, além de reduzir os consumos em energia e potência para iluminação, reduz ainda os consumos de energia e potência em arrefecimento.

Figura 2

Estimativa das necessidades em energia útil na Casa das Selecções quer na situação padrão, quer integrando o conceito REBOLA.



Esquema de um Vidro Duplo

Com película filtrante térmica para uma boa iluminação natural com reduzidas trocas térmicas.

### Energia Final pelas Diversas Formas de Energias Renováveis

Na Figura 3 apresenta-se o gráfico dos consumos finais de energia na Casa das Selecções, quer na versão padrão, quer integrando o conceito REBOLA.

O consumo final de energia na versão REBOLA é de apenas 43% do da versão padrão.

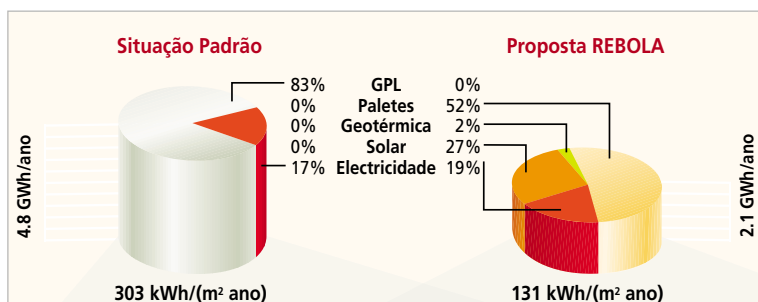
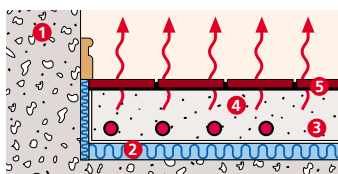


Figura 3

Estimativa das necessidades em energia final na Casa das Selecções para as duas situações estudadas.



Esquema de distribuição eficiente de calor por chão radiante

1. Estrutura
2. Isolamento térmico
3. Tubos de água quente
4. Betomilha compacta
5. Acabamento

O consumo global de energia final na situação de referência ou padrão é de 4,8 GWh/ano para o qual a electricidade contribui com um sexto.

Na proposta REBOLA o consumo de energia final é de 2.1 GWh/ano para o qual a electricidade contribui com 19% deste valor.

Os contributos úteis de energia pelas diversas formas de energias renováveis estão apresentados no Quadro 1 e na Figura 4. Os ganhos totais anuais são estimados em 1 853.2 MWh/ano, excedendo em 2.2% as necessidades úteis em energia. Este valor em excesso é proveniente da energia solar fotovoltaica, pelo que a electricidade excedentária será fornecida à rede eléctrica nacional, gerando receitas adicionais para o empreendimento e contribuindo para descongestionar as redes eléctricas já sobressaturadas, introduzindo uma relação biunívoca.

Quadro 1  
Benefícios energéticos úteis por tecnologia renovável integrando o conceito REBOLA.

Forma de Energia/ Tecnologia	Aquecimento Ambiente kWh/ano, (%)	Arrefecimento Ambiente kWh/ano, (%)	AQS <sup>1</sup> + Piscina kWh/ano, (%)	Electricidade kWh/ano, (%)	TOTAL kWh/ano, (%)
Geotérmica	24 653 (2.5%)	21 887 (24%)	—	—	46 540 (2.5%)
Solar Térmica	139 091 (14%)	69 275 (76%)	332 869 (89.4%)	—	541 235 (29.2%)
Biomassa	825 910 (83.5%)	—	39 543 (10.6%)	—	865 453 (46.7%)
Solar Fotovoltaica	(2)	(2)	—	440 576 (110.1%)	440 576 (23.8%)
Energia Eólica	—	—	—	(2)	(2)
<b>TOTAL</b>	<b>989 654</b>	<b>91 162</b>	<b>372 412</b>	<b>440 576</b>	<b>1 893 804</b>
TOTAL das necessidades úteis	989 654	91 162	372 412	400 000	1 853 228
<b>% de cobertura das necessidades</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>110.1%</b>	<b>102.2%</b>

- 1 - Água Quente Sanitária.
- 2 - Valores não contabilizados.

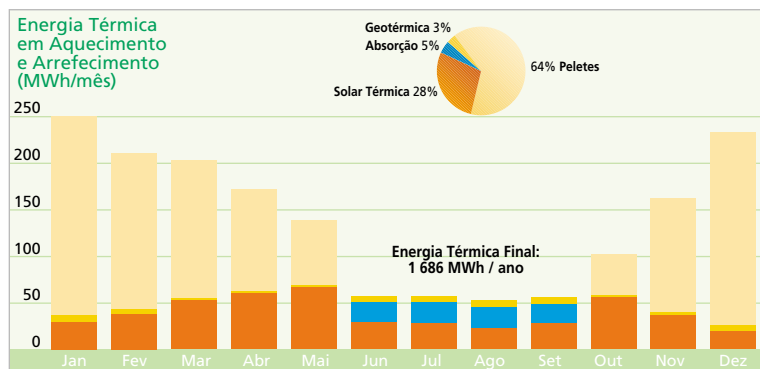


Figura 4

Formas de energia propostas para a satisfação da energia térmica para aquecimento e arrefecimento no conceito REBOLA.

A Procura de potência máxima tem sido superior à procura de energia eléctrica total anual, conforme se vê na Figura 5. Nos últimos cinco anos, enquanto a procura de potência subiu 5.9% ao ano, a procura de energia subiu 4.8% ao ano o que denota uma concentração crescente dos consumos em horas de ponta. Esta concentração de consumos obriga a grandes investimentos em produção e transporte de energia eléctrica, para satisfazer uma procura circunscrita a apenas algumas horas do dia, baixando o nível de rentabilidade destes investimentos.

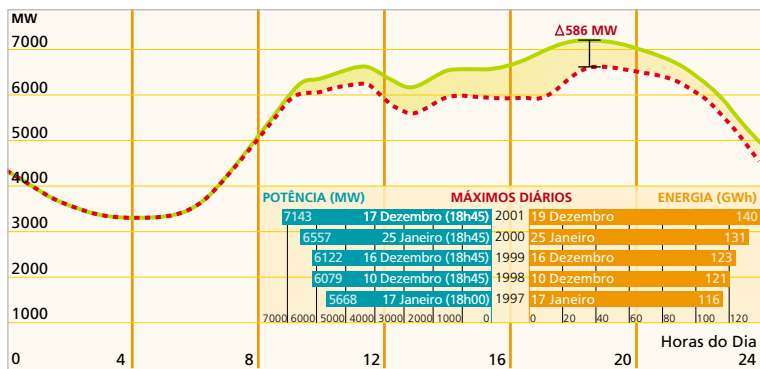


Figura 5 Perfil de carga máximo ocorrido na rede eléctrica em Portugal em 2000 e 2001 (fonte: Rede Eléctrica Nacional).

A Casa das Selecções com o conceito REBOLA, terá um balanço positivo na procura de electricidade, ou seja, fornecerá à rede mais do que lhe irá adquirir. A curva de procura de potência será quase plana atendendo a que a bombagem de água recorrendo a energia eléctrica, quando for necessária, será efectuada durante a noite quando a iluminação já quase não é utilizada. A climatização irá funcionar constantemente ao longo do dia, já que apenas será utilizada para fazer circular a água (quente ou fria) nos circuitos de distribuição. A bombagem de água por via eólica, dadas as características locais do vento, far-se-á nas horas do dia, em que a electricidade tem um custo mais elevado, ver figura 6.

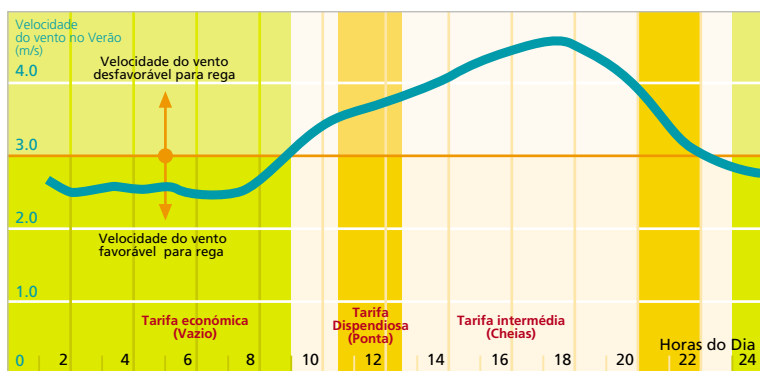
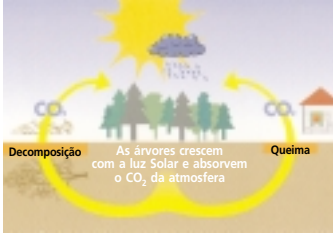


Figura 6 Velocidade do vento e horário das tarifas de electricidade nos meses de Verão (Ciclo Tarifário Diário).



A Biomassa não contribui para as emissões de CO<sub>2</sub>, atendendo a que as árvores captam o CO<sub>2</sub> da atmosfera e incorporam-no no crescimento da planta.

### Emissão de CO<sub>2</sub>

A emissão de CO<sub>2</sub> por forma de energia está representado no gráfico da Figura 7. Nele se vê que o Complexo Desportivo da Casa das Selecções terá uma contribuição para a diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>, ajudando Portugal a cumprir a meta estabelecida pelo Protocolo de Quioto.

Na Figura 8 apresentam-se as emissões de CO<sub>2</sub> que seriam emitidas com o projecto na versão padrão e na versão integrando o conceito REBOLA. Neste último caso, com zero de emissões, evita-se ainda a emissão de 21 ton/ano de CO<sub>2</sub> pelas centrais eléctricas através da venda à rede da electricidade solar excedentária, substituindo electricidade produzida por combustíveis fósseis em centrais termoeléctricas.

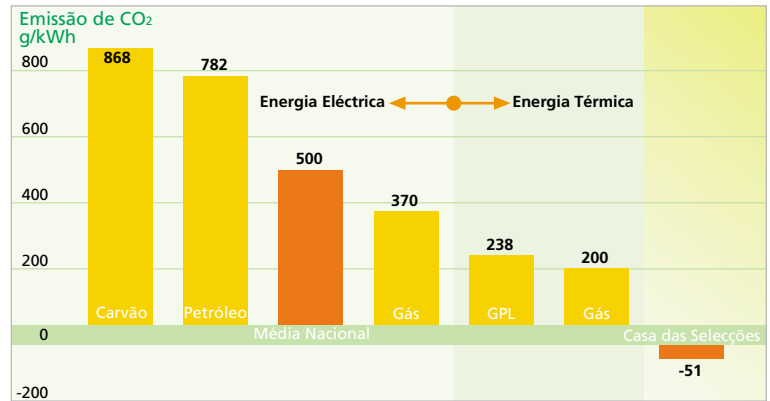


Figura 7  
Emissões de CO<sub>2</sub> por forma de energia

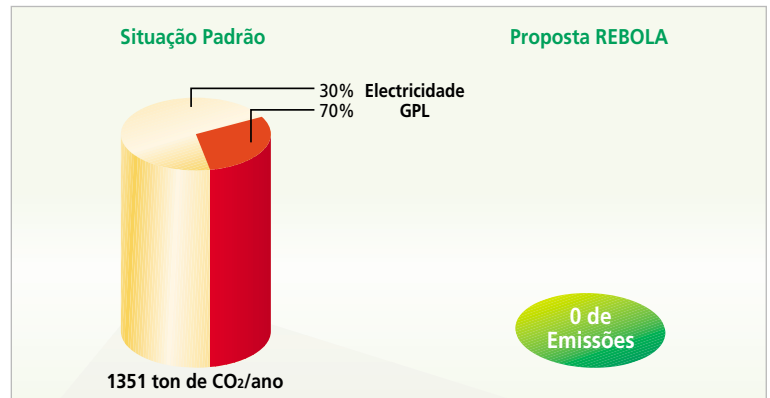


Figura 8  
Estimativa da emissão de CO<sub>2</sub> na Casa das Selecções, quer para a situação padrão, quer integrando o conceito REBOLA.

### Análise Económica

O balanço económico é francamente favorável à adopção da proposta REBOLA, originando uma receita líquida anual de 45 829 €/ano. Na Figura 9 apresenta-se a distribuição mensal dos gastos previstos com a situação padrão. Na Figura 10 apresenta-se o balanço mensal de receitas e despesas com a energia no conceito REBOLA.

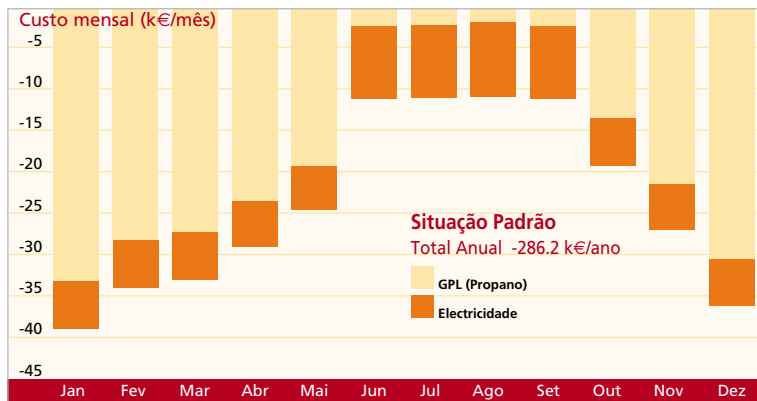


Figura 9  
Estimativa dos custos mensais com a energia na situação padrão na Casa das Selecções.

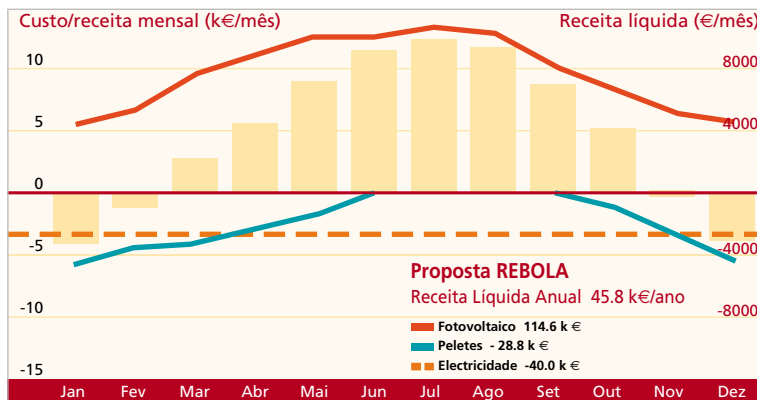


Figura 10  
Estimativa dos custos mensais da proposta REBOLA na Casa das Selecções.



## Investimento/Financiamento

O investimento necessário para a concretização do conceito REBOLA no projecto da Casa das Selecções é de 4 200 000 €, conforme se apresenta no Quadro 2.

Quadro 2

Investimento Global para a concretização do conceito REBOLA (€).

Designação	Investimento Adicional	Benefício Energético	Benefício Ambiental	Outros Benef.	Benefício Anual
Envolvente	292 597	159 712	43 973	n.a.	203 685
Iluminação + Elect.	441 900	40 000	16 600	40 000	96 600
Energias Renováveis	2 423 363	172 491	69 837	-137 740	104 588
Água	1 042 140	6 580	2 764	109 772	119 116
<b>Total</b>	<b>4 200 000</b>	<b>378 783</b>	<b>133 174</b>	<b>12 032</b>	<b>523 989</b>
<b>Período de retorno bruto do investimento</b>					<b>96 meses</b>
<b>Financiamento público*</b>					<b>1 500 000</b>
<b>Auto-financiamento</b>					<b>2 700 000</b>
<b>Período de retorno líquido do investimento</b>					<b>62 meses</b>

\* Portaria nº 383/02 de 10/4

O financiamento público ao abrigo do sub-programa MAPE dentro do Programa Operacional da Economia inserido no Programa Europeu do FEDER, é de 1.5 M€ (Portaria nº 383/2002 de 10 Abril).

Para o complemento ao financiamento público é proposta a utilização do Decreto-Lei nº 30/2001 de 7 de Fevereiro. Este Diploma propõe um regime de Mecenato Cultural majorado para a realização do Euro 2004 em Portugal. Assim, donativos individuais ou de empresas têm uma majoração de 1.4 na contabilização fiscal.

Desta forma, um cidadão que ofereça 1 000 € à Federação Portuguesa de Futebol tem um abatimento fiscal ao rendimento de 1 400 €, deduzindo à colecta de IRS 25%, ou seja, deduz o valor de 350 € (art. 2º, alínea b), DL nº 30/2001 de 7/2).

Também uma empresa que ofereça um donativo de 1 000 € em dinheiro ou espécie, tem um abatimento fiscal ao rendimento de 1 400 €, contabilizáveis para efeito de IRC. Considerando uma taxa média em sede de IRC de 36%, tem um abatimento à colecta fiscal de 504 € e ainda pode beneficiar de promoção em Marketing.

Atendendo ao sucesso comercial que têm tido os CDs e os DVDs relativos a temas de futebol, propõe-se a criação de um DVD interactivo com escolha dos temas e circuitos a visionar. O CD/DVD será de alta qualidade, quer em texto quer em conteúdo, propondo-se ainda que a locução seja efectuada por personalidade bem conhecida do meio futebolístico ou dos media.

O CD/DVD terá as soluções construtivas de energias renováveis, economia de energia e poupança de água com exemplos de aplicações em casa e na escola. Será dirigido para jovens. Poderá ainda integrar a história das Selecções Nacionais de Futebol, à semelhança do já efectuado com vários Clubes de Futebol.

O custo do CD/DVD é estimado em 1 300 000 €. O preço de venda proposto é de 10 €, dando um contributo líquido de 5 € por cada unidade. No momento da aquisição, será passado um recibo/declaração para dedução fiscal. Desta forma, as empresas podem adquirir várias unidades para oferecer aos empregados, clientes e escolas, contabilizando os custos em Mecenato Cultural (Quadro 3).

### Quadro 3

Balanço da campanha de promoção comercial.

Designação	Valor Unitário (€)	Quantidade	Valores unitários (€)	Total (€)
Concepção (€)	200 000	1		200 000
Promoção	500 000	1		500 000
Produção (€)	1	600 000		600 000
Valor unitário de Custo de Produção			2.17	1 300 000
Margem Comercial			1.23	738 000
<b>Receita líquida</b>			<b>5.00</b>	<b>3 000 000</b>
IVA (19%)			1.60	960 000
Valor bruto de venda (€)			10.0	6 000 000

O sucesso integral da campanha comercial terá um *superavit* de 300 000 €.

*O maior sucesso desta campanha reside no seu carácter informativo lúdico e de promoção das energias renováveis.*

## Balanço Global do Programa REBOLA na Casa das Selecções

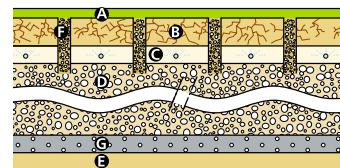
Do conceito REBOLA conclui-se que:

- A poupança de água potável é estimada em 69% pela utilização de água da chuva em aplicações de irrigação por processos eficientes e também em sanitas de vácuo que poupam cerca de 80% da água. Este facto faz com que a carga em águas efluentes seja reduzida em 26%. Os efluentes serão tratados por fitoetar, que promove a sua evaporação, originando uma economia de energia no tratamento de esgotos e uma diminuição de 50% na água tratada emitida para os cursos de água.
- A economia de energia utilizando água da chuva, bombagem eólica e tratamento por fitoetar é de 82% da que seria consumida se fosse utilizada água potável da rede e tratamento dos efluentes com lamas activadas. Convém referir que o armazenamento da água da chuva se efectua debaixo de espaços já impermeabilizados, pelo que a área destes não é aumentada.
- Um cuidado especial na envolvente dos edifícios, quer opaca, quer na qualidade óptica do vidro, faz com que o consumo de energia para climatização seja de apenas 37% da que seria utilizada num edifício com envolvente convencional, respeitando os regulamentos nacionais actualmente em vigor.



Sistema de irrigação com elevadas perdas de água

Rega por aspersão com vento a 3 m/s.



Pormenor em corte longitudinal de um campo de futebol com irrigação sub-superficial (Sistema de elevada eficiência no uso de água).

- A Camada superficial em tapete de relva;
- B Substrato de circulação da água e enraizamento;
- C Substrato de emissão e reserva de água (mistura com turfa);
- D Dreno interior com brita;
- E Camada impermeabilizante de argila compactada.
- F Dreno com brita para água da chuva;
- G Tubo perfurado de drenagem;



Foto: Sintra

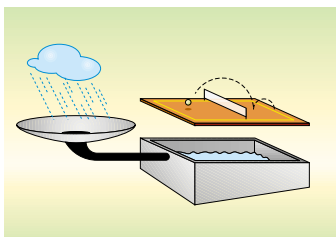
#### Cobertura Fotovoltaica

Exemplo de integração de Painéis Solares Fotovoltaicos em coberturas semi-transparentes

- A introdução de energia geotérmica, aproveitando a enorme massa térmica do solo, instalando tubos metálicos a 2 m de profundidade faz aclimatar o ar ambiente, reduzindo os consumos de energia em climatização activa.
- A introdução de energia solar térmica, aproveitando as coberturas planas envolvidas por platibanda, permite a instalação de 976 m<sup>2</sup> de colectores solares com uma bem conseguida integração estética e simultaneamente um fácil acesso para manutenção.
- A energia solar térmica será disponibilizada a 50 °C para aquecimento ambiente, aquecimento da piscina e produção de águas quentes sanitárias. No Verão, utilizando água quente a 90 °C, permitirá ainda produzir frio accionando ciclos de absorção a operar com solução aquosa de brometo de lítio, utilizando a água do lago à temperatura ambiente para refrigerar o condensador.
- As necessidades térmicas serão complementadas com energia da biomassa, na forma de peletes, ao custo, garantido por cinco anos, de 50% dos preços actuais do GPL (propano).
- As necessidades em energia eléctrica foram minimizadas, especialmente no que se refere à iluminação, passando a consumir apenas 50% dos valores convencionais. O abastecimento de electricidade será efectuado por painéis solares fotovoltaicos instalados em fachadas orientadas a sul, em palas, integrado em coberturas e ainda em coberturas ligeiras de campos cobertos. Sem a ocupação de espaços adicionais, consegue-se abastecer todo o complexo de electricidade e ainda sobram 10% para vender à rede.
- Com um financiamento público de 1.5 M€, o projecto tem um período de retorno do investimento de 62 meses. Para o financiamento é proposta a realização e venda de um CD/DVD que será adquirido pelo público ou por Empresas com benefícios fiscais majorados em 40% pela lei do Mecenato Cultural, onde se inclui o futebol.

#### Deste modo:

1. É tecnicamente possível tornar um complexo desportivo auto-sustentável em energia e diminuir fortemente o consumo de água potável;
2. É economicamente viável o financiamento do projecto de eco-sustentabilidade, com períodos de retorno do investimento de 62 meses com financiamento público e de 96 meses sem qualquer incentivo, para tempos de vida dos equipamentos superiores a 20 anos;
3. É ambientalmente competitivo pois evita a emissão de CO<sub>2</sub> e ainda exporta electricidade para a rede sem emissão de gases causadores do efeito atmosférico de estufa;
4. É socialmente muito interessante pois evita a instalação de novos grandes centros electroprodutores e evita a construção de grandes linhas de transporte de electricidade, tornando-as biunívicas.



#### Captação de água da chuva

Esquema de reservatório situado por baixo do campo de ténis para recolher as águas.

5. A qualidade térmica da envolvente dos edifícios, quer opaca, quer transparente, é o primeiro e mais importante parâmetro a controlar para se conseguir uma eco-sustentabilidade energética a baixo custo;
6. A associação das energias renováveis com os desportos de massa é um interessante campo a desenvolver para a sensibilização das pessoas para a problemática da segurança do abastecimento de energia e da produção de energia mais limpa;
7. A integração de energias renováveis em parques desportivos é um enorme campo a desenvolver com promoção pública local.

#### Assim, propõe-se:

1. As paredes dos edifícios com qualidade térmica cerca de três vezes melhorada face aos regulamentos em vigor em Portugal há mais de uma dezena de anos;
2. A instalação de tubos de aço embebidos na terra à profundidade de 2 m totalizando 1 400 m, de forma a que o ar ambiente seja aclimatado antes de entrar nos edifícios;
3. A instalação de 976 m<sup>2</sup> de colectores solares nos terraços dos edifícios envolvidos por uma platibanda. A energia solar térmica irá fornecer 541 235 kWh/ano, tendo um contributo de 29.2% no abastecimento de energia ao complexo desportivo. Aqui inclui-se também a produção de frio para climatização no Verão, utilizando ciclos de absorção a água/brometo de lítio, arrefecidos pelo lago decorativo;
4. A instalação de 600 kW em caldeiras queimando biomassa na forma de peletes. O contributo útil da biomassa será de 865 453 kWh/ano, correspondendo a 46.7% do total do consumo de energia no complexo desportivo;
5. A instalação de 297 kW de painéis solares fotovoltaicos integrados em fachadas, coberturas e palas de edifícios e ainda coberturas ligeiras de espaços desportivos. O contributo será de 440 576 kWh/ano, correspondendo a 110% das necessidades eléctricas do complexo desportivo e a 23.8% das necessidades globais em energia. A energia será produzida e disponibilizada em balanço com a rede eléctrica nacional, tornando as redes eléctricas bi-direccionais;
6. A captação da água da chuva em tanques subterrâneos, com a capacidade de 24 000 m<sup>3</sup> e a bombagem eólica utilizando moinhos de eixo horizontal multi-pá do tipo “Moinho Americano” produzidos localmente;
7. A utilização da drenagem dos efluentes em vácuo, diminuindo as necessidades de água em sanitas e eliminando a possibilidade da ocorrência de odores dentro dos edifícios;
8. A instalação de uma unidade de tratamento dos efluentes por plantas, diminuindo os consumos de energia e os caudais efluentes finais;



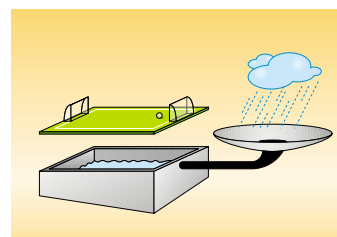
#### Bombagem eólica

Moinho de eixo horizontal multi-pá (tipo Americano), Sintra



#### Fitoetar

Tratamento dos efluentes por plantas em Pinheiro da Cruz. Fonte: Etarplan.



#### Captação de água da chuva

Esquema de reservatório situado por baixo do campo de treino intensivo para recolher as águas.

## Resumo



Sistema de drenagem de esgotos a vácuo

1. Estação de vácuo
2. Sanita de vácuo
3. Válvula
4. Autoclismo
5. Lavatório
6. Banheira
7. Arejamento
8. Linha de vácuo
9. Linha de Drenagem a vácuo
10. Linha de drenagem ascendente a vácuo

**Sol no terraço e chuva na relva** é o que se consegue com o projecto de sustentabilidade proposto para a Casa das Selecções a ser erigido em Sintra, no lugar de Casal do Rebolo, freguesia de Almargem do Bispo, para albergar as Selecções Nacionais de Futebol. Inclui três edifícios sendo um deles um Centro Técnico do Futebol e dois deles hotéis para acomodar os cerca de 120 atletas, totalizando 15 930 m<sup>2</sup> de área útil a edificar e 27 800 m<sup>2</sup> de relvados desportivos.

Aproveitando os terraços e outros espaços edificados, o projecto propõe-se ser autosuficiente em água e energia e ainda vender alguma electricidade excedente. As receitas líquidas mensais previstas pela venda de electricidade ascendem a 3 819 €, contra 23 850 € que teriam de ser pagos mensalmente pela energia adquirida se fosse instalado um sistema convencional. Um ganho anual de 332 029 €, não incluindo os custos evitados com a água. O investimento adicional é de 4,2 M €, sendo ressarcido ao fim de 62 meses considerando um apoio público a fundo perdido de 1,5 M €, 35.7% do investimento adicional.

**O vinho novo põe-se em odres novos, Mc, 2-22.** Assim, o projecto propõe uma qualidade térmica das paredes e uma qualidade óptica do vidro fazendo com que o conforto térmico no interior dos edifícios seja conseguido com apenas 37% do consumo que seria necessário num edifício convencional cumprindo todas as normas actualmente em vigor.

Com zero de emissões de CO<sub>2</sub> pelo consumo de energia, o projecto evita ainda a emissão de 1 351 ton/ano de gás de efeito de estufa que seria emitido se fosse utilizada electricidade da rede e propano para satisfazer os consumos de energia numa edificação convencional.

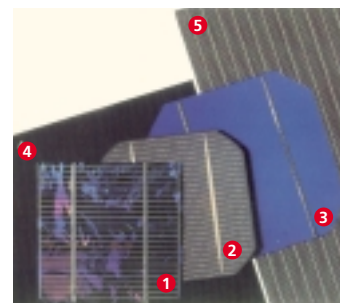
O sistema utiliza uma panóplia integrada de energias renováveis que começa no aproveitamento da massa térmica do interior da terra, cuja temperatura é praticamente inalterável ao longo do ano, para climatizar o ar insuflado nos edifícios; passando pela energia solar térmica para aquecimento ambiente, das águas sanitárias, da piscina e ainda a produção de frio no Verão através de ciclos de absorção a água/brometo de lítio; complementando as necessidades de energia térmica com energia da biomassa na forma de peletes (pequenos agregados comprimidos provenientes de resíduos não contaminados da indústria da madeira). São propostos 976 m<sup>2</sup> de área de colectores solares e 600 kW de potência térmica em caldeiras queimando peletes.

A electricidade é produzida utilizando painéis solares fotovoltaicos instalados em fachadas, varandas, palas e coberturas leves dos espaços edificados, totalizando 297 kWp. O consumo de electricidade e, em especial da iluminação, é reduzido devido às propriedades ópticas do vidro que permitem um bom aproveitamento da luz natural, associado com o controlo artificial da intensidade luminosa.

A água da chuva é colectada e conservada em reservatórios subterrâneos para ser utilizada na irrigação dos relvados e jardins por processos eficientes no uso da água. Para a bombagem da água, utilizam-se moinhos a vento multi-pá tipo "Moinhos Americanos" produzidos localmente.

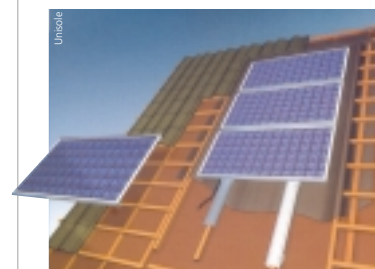
As águas sujas são drenadas por vácuo, eliminando a produção de cheiros e diminuindo a produção de efluentes. Estes são tratados numa fitoetara, promovendo a evapotranspiração, diminuindo em cerca de 50% a água tratada a lançar anualmente nos cursos de água.

Todo o estudo foi baseado em monitorizações reais de consumos de energia em Infraestruturas desportivas já existentes.



#### Diferentes tipos de células solares fotovoltaicas

1. Silício policristalino
2. Silício monocristalino
3. Silício monocristalino de alta eficiência
4. Silício amorfo
5. Silício amorfo semi-transparente



#### Sistema Fotovoltaico

Sistema pré-fabricado integrado no telhado. Fonte: Ecofys.

## Resumo do Projecto Agregado REBOLA/IRTUS

O desporto de alta competição é um fenómeno mediático que apaixona multidões em todo o mundo. A realização do **Campeonato da Europa de Futebol** em Portugal e dos **Jogos Olímpicos** na Grécia ambos em **2004** e em países Mediterrânicos, levou à concepção do Projecto REBOLA/IRTUS. Este projecto pretende maximizar a integração de energias renováveis em espaços urbanos e desportivos, mostrando aos biliões de telespectadores em todo o Mundo, as potencialidades destas tecnologias do passado, do presente e cada vez com mais futuro.

O espírito Olímpico e desportista *mente sã em corpo sã*, da paz e da fraternidade universal aliam-se com as energias renováveis, cujo uso generalizado, substituindo combustíveis fósseis, contribui claramente para um futuro mais saudável, mais coeso, mais ecológico e mais pacífico.

Os estudos de viabilidade foram conseguidos pelas anteriores experiências dos Jogos Olímpicos de Barcelona em 1992 e do último Campeonato Europeu (Holanda 2000). No projecto estão envolvidos directamente 5 países, Portugal, Grécia, Holanda, Espanha e Dinamarca e a Alemanha e a Polónia indirectamente.

Estando prevista a construção de um complexo desportivo de alta competição para albergar as Selecções Nacionais de Futebol em Sintra (Casa das Selecções), a AMES associou-se com as entidades promotoras, que inclui a Câmara Municipal de Sintra e a Federação Portuguesa de Futebol, no sentido de, ao abrigo do Programa Europeu ALTENER, se estudar uma forma de tornar auto-suficiente em energia o futuro complexo desportivo aproveitando ao máximo os recursos renováveis disponíveis localmente. A AMES propôs-se também realizar uma inventariação das potencialidades de integrar energias renováveis, especialmente solar térmico, nos complexos desportivos de Sintra existentes e a edificar. Assim foram identificados 223 locais, correspondendo a 5 320 m<sup>2</sup> de colectores solares a instalar em Sintra.

A redução do consumo de energia na Casa das Selecções ascende a 2.7 GWh. O consumo específico de energia é de 131.8 KWh/(m<sup>2</sup>.ano). Toda a energia será fornecida por fontes renováveis e irá fornecer à rede eléctrica mais electricidade do que irá adquirir. A Universidade de Atenas teve uma contribuição importante na validação dos resultados do comportamento térmico dos edifícios. Os valores foram ainda validados por monitorizações experimentais em complexos desportivos existentes.

Os resultados mostram que é economicamente viável o financiamento do projecto da Casa das Selecções, com períodos de retorno do investimento de 62 meses com financiamento público e de 96 meses sem qualquer incentivo. Uma nova forma de financiamento está a ser considerada aliando a paixão pelo futebol com a promoção das energias renováveis, utilizando um regime de mecenato cultural majorado para a realização do **Euro 2004** em Portugal.

A principal aspiração do Município de Amaroussion (ou Maroussi) era desenvolver um plano de acção local para o Município de Maroussi e arredores, de forma a integrar novas tecnologias e sistemas de fontes de energias renováveis no Município, à medida que estes se preparam para receber os **Jogos Olímpicos** de Atenas em **2004**. Maroussi localiza-se a norte de Atenas, possui uma grande concentração de escritórios, centros comerciais e habitações de luxo, 70% das infra-estru-

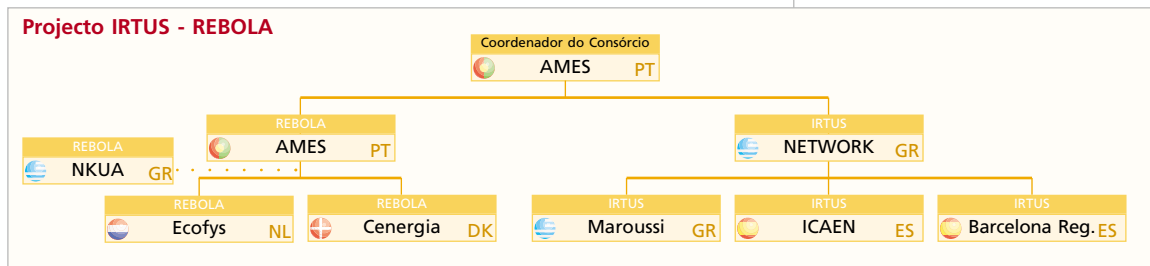
turas para os Jogos serão localizados neste Município (Estádio Olímpico, Piscina Olímpica, grandes complexos desportivos, comerciais e de serviços, etc.).

O estudo de viabilidade do Estádio de Feyenoord (Holanda) terminou com enorme sucesso, no fim de 2000, antes mesmo do Projecto REBOLA ter sido contratado, em Abril de 2001. Em consequência, a Ecofys alargou o seu âmbito de aplicação para outras infra-estruturas desportivas em zonas urbanas: elaborando estratégias de redução do consumo de energia em numerosos complexos desportivos a nível nacional e local das comunidades; promovendo a utilização de energias renováveis em estádios de Futebol na Holanda, na Alemanha e na Polónia; e ainda estudando a integração de energias renováveis na piscina de Leverkusen na Alemanha. A execução de um CD-Rom com medidas a custo-eficiente na redução de energia em Centros Desportivos Holandeses, provou ser uma óptima ferramenta de divulgação, que deverá ser utilizada noutros países.

Apesar da demonstração de boas oportunidades de integração de energias renováveis em estádios de futebol e muitas vezes das receitas que daí provêm, as partes decisoras não têm por hábito investir em estudos de viabilidade, devido principalmente ao desconhecimento das possibilidades concretas. Assim surgiu o projecto REBOLA/IRTUS integrado no Programa Europeu ALTENER de promoção de energias renováveis, colmatando o receio inicial em apostar em novas formas de gestão e produção de energia.

O Município de Ballerup na Dinamarca associou-se a este projecto estudando a reabilitação de um complexo desportivo municipal construído nos anos 70, e a sua ampliação, integrando medidas/práticas de utilização eficiente de energia e introdução de energias renováveis no abastecimento energético. Estes estudos demonstraram que se todas as medidas propostas em Ballerup forem adoptadas, o período de retorno dos investimentos é de 15-16 anos, a redução anual no consumo de energia térmica será de 112 MWh (36%) e a produção anual dos sistemas fotovoltaicos será de 5 MWh.

O projecto REBOLA/IRTUS identificou, só em Portugal e na Grécia oportunidades para reduzir 8 262 MWh/ano de combustíveis fósseis, evitando a emissão de pelo menos 13 000 ton/ano de CO<sub>2</sub>. Identificou ainda a oportunidade para instalar 2 004 kWp de painéis fotovoltaicos e 7 950 m<sup>2</sup> de colectores solares térmicos, atingindo plenamente os objectivos do programa ALTENER nomeadamente da campanha de Arranque (Take-Off).





## ALTENER Promoção da Utilização das Energias Renováveis

Aprovado em 1993 e reforçado em 1997, o Programa ALTENER visa desenvolver a utilização das fontes de energias renováveis na União Europeia e aumentar as trocas de produtos, equipamentos e serviços dentro dela.

O Programa ALTENER leva a cabo estas acções estimulando o mercado das energias renováveis e a sua integração no mercado interno da energia, através de medidas financeiras e económicas; formação, informação e actividades de divulgação, e cooperação com países externos à União Europeia.

As energias renováveis têm um importante papel a desempenhar na redução das emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) – um grande objectivo da União Europeia. Aumentar a participação das energias renováveis no balanço energético é um factor de sustentabilidade e de aumento da segurança no abastecimento energético porque reduz a crescente dependência em energias fósseis importadas de países terceiros.

As Energias Renováveis são, por definição, energias locais ou endógenas. O seu desenvolvimento gera novos negócios, promovendo o emprego, reforçando a coesão económica e social das regiões e Países.

A União Europeia estabeleceu a meta de 12% para a contribuição das energias renováveis no abastecimento de energia primária no ano de 2010. A campanha de arranque para este ambicioso objectivo pretende concretizar:

1,000,000 Sistemas Fotovoltaicos

15 milhões de m<sup>2</sup> de colectores solares

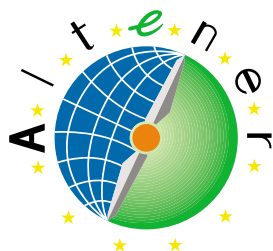
10,000 MW de geradores eléctricos utilizando energia eólica

10,000 MW<sub>th</sub> de sistemas de cogeração utilizando combustível de biomassa

1,000,000 habitações aquecidas com energia da biomassa

1,000 MW de instalações aproveitando do biogás

5 milhões de ton de biocombustíveis



O Programa ALTENER pretende ainda dotar 100 comunidades na União Europeia com abastecimento energético totalmente satisfeito por energias renováveis, objectivo este compaginável com a proposta Rebola para o empreendimento da Casa das Selecções.

A AMES – Agência Municipal de Energia de Sintra é uma Associação sem fins lucrativos criada com o apoio do Programa Europeu SAVE da União Europeia e da Câmara Municipal de Sintra, sendo a primeira do género com personalidade jurídica constituída em Portugal.

A AMES tem como objectivo:

- Aumentar a eficiência no uso da energia;
- Reduzir os efeitos nocivos do uso da energia sobre o ambiente;
- Aumentar a contribuição das energias renováveis;

A AMES como Agência Municipal tem a sua área de intervenção concentrada no âmbito Municipal. Sintra é um concelho com grandes potencialidades de actuação ao nível energético devido à sua tetravalência, onde predomina o urbano (junto da Linha), o histórico (na Vila), o Rural (a norte do Concelho) e o florestal (Serra de Sintra).

Na perspectiva autárquica, a energia tem três importantes vertentes:

1. O Município é um grande consumidor de energia, disperso pelos seus múltiplos serviços, pelo que tem necessidade de saber onde a energia é consumida, de que forma é consumida e o que é feito ou produzido com a energia dispendida;
2. O Município é um regulador no abastecimento de energia: a electricidade e o gás distribuídos no Município são efectuados mediante concessão outorgada pela autarquia;
3. A Administração Pública em geral e a administração local em particular, devem ser as primeiras entidades a darem exemplo no bom uso dos recursos naturais onde se insere a energia. A administração local, porque está mais perto das pessoas e das suas realidades, serve como aconselhadora no bom uso da energia, sensibilizando as pessoas para os custos e os malefícios sociais e ambientais do mau uso da energia.

É no apoio à educação, na formação de cidadãos exigentes também ao nível da energia, que a AMES tem o seu papel mais duradouro e eficaz cujos resultados se medem para além do ano económico. Assim a AMES tem tido intervenções aos seguintes níveis:

- Edição de publicações escolares e de instrumentos para sensibilização do bom uso da energia em geral e da energia solar em particular;
- Consultoria a entidades ligadas ao Município para reduzirem a factura energética e melhorarem o desempenho ambiental;
- Apoio ao tecido produtivo local no sentido de melhorarem o desempenho energético e ambiental;
- Cooperação com entidades similares nacionais e internacionais trocando experiências e valorizando as suas capacidades e saber em diversas áreas, onde se insere o Projecto REBOLA.

## AMES

### Agência Municipal de Energia de Sintra



**Ficha Técnica:**

Autores: Manuel Ferreira dos Santos e Ana Teresa Pires Cartaxo

Editor: AMES, Agência Municipal de Energia de Sintra

Design: Atelier António Francisco

ISBN: 972-98884-0-X

Depósito Legal:

Impressão:

Tiragem:

# **ANEXO 2**



## PISCINAS MUNICIPAIS DE LISBOA GALARDÃO “GREENBUILDING”



### **DESCRIÇÃO SUMÁRIA:**

Estas infraestruturas municipais foram construídas entre Novembro de 2004 e Maio de 2006 (estando a empreitada referente à Piscina do Alvito em fase final de execução). Estas piscinas são compostas por dois tanques (um de competição com 25 metros de comprimento e 6 pistas e outro de aprendizagem, com um volume de água total de ~500m<sup>3</sup>).

Procedeu-se à incorporação de 112 colectores solares térmicos de modo a garantir 2/3 das necessidades de águas quentes quer para as piscinas, quer para balneários e serviços de apoio (restaurante e casa de banho públicas).

Foram instaladas lâmpadas de baixo consumo, com a inerente inclusão de balastos de baixo consumo – tipo SHUMO, que permitiram um a redução de ~30% no consumo de energia para iluminação.

Ao se utilizar bombas de calor de 4 vias (sistema “freecolling”) garantiu-se o reaproveitamento do ar que está relacionado com a climatização da nave da piscina, ao que agregando a utilização de adequados materiais isolantes e de sombreamento (cumprindo o regulamento térmico RCCTE) possibilitou estimar um redução de ~35% no consumo de energia eléctrica e de energia térmica.

Foram instalados ainda tanques de compensação que permitem uma recirculação de água constante, com conseqüente passagem pelo sistema de tratamento por ultravioletas (UV) – monolâmpada, com reduzidas necessidades encheimentos de água, garantindo ainda a possibilidade de reutilização desta água para rega.



Agregada à tecnologia incorporada foi montado um sistema de monitorização afecto ao equipamento previsto para o tratamento de água, tratando-se da incorporação de hardware e software apropriado para um gestão on-line do gestor e dos técnicos afectos a esta piscina e, ainda, a sua comunicação com um sistema geral de controlo localizado na CML.



Tendo ainda em atenção a construção em simultâneo de 7 piscinas municipais (Olivais, Vale Fundão, Ameixoeira, Belém, Campo de Ourique, Sete Rios e Alvito) tornou-se ainda mais pertinente a existência de meios de controlo, que permitam imediatas leituras técnicas e económicas e a consequente aplicação de medidas de optimização dos meios humanos e técnicos adstritos à sua gestão, garantindo por um lado a utilização com qualidade e segurança dos seus utentes e, por outro lado, a rentabilidade pretendida pelo Município.

De acordo com o objectivo da Câmara Municipal de Lisboa de candidatar as novas piscinas municipais ao Programa “Greenbuilding”, foram assim em fase de concepção e projecto consideradas medidas de eficiência energética e de utilização de energias renováveis, aliás na sequência do Galardão “Greenlight” (que também inclui a piscina do Bairro da Boavista).



### PRINCIPAIS CONCEITOS ENERGÉTICOS:

As medidas de racionalização energética e uso de energias renováveis passaram principalmente pela incorporação de painéis solares térmicos, balastros electrónicos de baixo consumo energético e cumprimento dos respectivos Regulamentos Térmicos (RCCTE).

- **Solar Térmico:**

As Piscinas Municipais de Lisboa têm incluídos colectores solares térmicos, tendo – se objectivado a sua incorporação numa perspectiva de optimização da solução energética inicialmente prevista, que passava unicamente pela utilização de Gás Natural.

Assim em relação à utilização de energia solar térmica como fonte energética primária nas piscinas municipais dos Olivais, Vale Fundão, Rego, Restelo e Alvito, objectivam-se as seguintes reduções energéticas e ambientais:

Piscinas	Investimento	N.º Colectores	% Consumo Energético	Poupança Anual em Gás Natural	Período de Retorno do Investimento	Taxa Interna de Rentabilidade	Redução de Emissões de CO2
Oriente	140.600 €	112 un.	62%	12.926 €	10,9 anos	12%	83 ton.
Rego	131.356 €	112 un.	63%	12.840 €	10,2 anos	10%	82 ton.
Restelo	141.190 €	112 un.	63%	12.840 €	11 anos	9%	82 ton.
Vale Fundão	140.600 €	112 un.	62%	12.926 €	10,9 anos	12%	83 ton.
* Alvito	150.374 €	112 un.	62%	14.840 €	10,1 anos	8.6%	83 ton.

\* Em fase de construção

- **Iluminação (balastros electrónicos de baixo consumo):**

Implementou-se a substituição dos inicialmente previstos balastros electromagnéticos por electrónicos de baixo consumo, na sequência da procura de inserção de tecnologia que permita ao Município de Lisboa reduzir e racionalizar os custos energéticos também na área afectada à iluminação, garantindo com isso o reconhecimento da Comunidade Europeia, uma vez que foi atribuída a esta infraestrutura municipal o galardão “GreenLight”

Saliente-se pois que nestas piscinas municipais procedeu-se à incorporação de lâmpadas de alta eficiência e correspondentes balastros electrónicos de baixo consumo energético, que corresponde a uma redução de ~1/3 da energia eléctrica necessária para a adequada iluminação destas infraestruturas, ou seja, uma poupança anual entre 5.000 a 9.000 Euros por piscina.

- **Outras soluções implementadas de racionalização de energia:**

Refira-se ainda a incorporação de bombas de calor de 4 vias com sistema “freecolling” que possibilita a reutilização do ar no sistema de climatização da nave da piscina.

Em termos do comportamento térmico passivo houve a preocupação do integral cumprimento do regulamento térmico para edifícios (RCCTE), com a aplicação de materiais apropriados (ex.: vidros laminados duplos; lâminas de sombreamento; etc.).

**Refira-se que as vantagens económicas e ambientais resultantes, estão explicitadas através de análises técnico-económicas, que identificaram uma redução no consumo de gás em cerca de 35% e uma redução no consumo de energia eléctrica em aproximadamente 30%. O pay-back estimado e decorrente da inserção destes equipamentos situa-se entre 9 a 10 anos.**

**Esta candidatura foi preparada em conjunto pela Agência de Energia e Ambiente de Lisboa (Lisboa-e-Nova), Direcção Geral de Geologia e Energia (DGEE / ADENE) e CML.**

Lisboa – Fevereiro/2006



# **ANEXO 3**

## Objectivo

Tornar o parque actual de equipamentos domésticos (electrodomésticos e iluminação) mais eficiente quer por via da substituição directa quer através do desincentivo à compra de novos equipamentos com performances energéticas significativamente inferiores às melhores práticas já existentes no mercado, quer por via do estímulo a uma mudança de comportamentos na aquisição e no consumo de energia.

## Substituição de equipamentos

**Programa Renove+ Electrodomésticos:** *Cheque Eficiência* para substituição de equipamentos antigos

- €100 para equipamentos classe A++
- €50 para equipamentos A+

**Cheque Eficiência e crédito bonificado para substituição de equipamentos**

**Financiamento de programas de troca de lâmpadas, termoacumuladores e outros equipamentos (PPEC)**

- *Phase-out* de lâmpadas incandescentes até 2015

- Substituição de 1M de electrodomésticos até 2015

## Desincentivo à aquisição de novos equipamentos ineficientes

**Taxa sobre as lâmpadas ineficientes**

**Proibição da comercialização de equipamentos de classes mais baixas**

- Frigoríficos – Classe E e inferiores
- Ar Condicionado – COP < 2,5
- Balastos electromagnéticos

**Informação sobre “whole-life-cycle cost”**

- Substituição de 5M de lâmpadas incandescentes por CFLs até 2015

## Medidas de remodelação

**Intervenção no parque de edifícios a necessitar de remodelação:**

- Medida Janela Eficiente - incentivo à instalação de janelas eficientes (vidro duplo e estruturas com corte térmico):
- Medida de colocação de isolamentos, interiores/exteriores:

**Medida Calor Verde - Incentivo à instalação de:**

- Recuperadores calor
- Bombas de calor (COP >=4)

- Janelas eficientes: 200 mil fogos
- Isolamento Térmico: 100 mil fogos
- Aquecimento Eficiente: 200 mil fogos

## Renovação de equipamento de escritório

**Sistema de amortizações fiscais aceleradas para aquisição de equipamentos de elevada eficiência**

- Portáteis
- Fotocopiadores eficientes
- Impressoras centralizadas e multi-funções
- Equipamentos de arrefecimento

**Programa de informação e divulgação de soluções eficientes (energy star)**

- Penetração de equipamentos de elevada eficiência nas novas aquisições de:
  - 10% em 2010;
  - 20% em 2015;



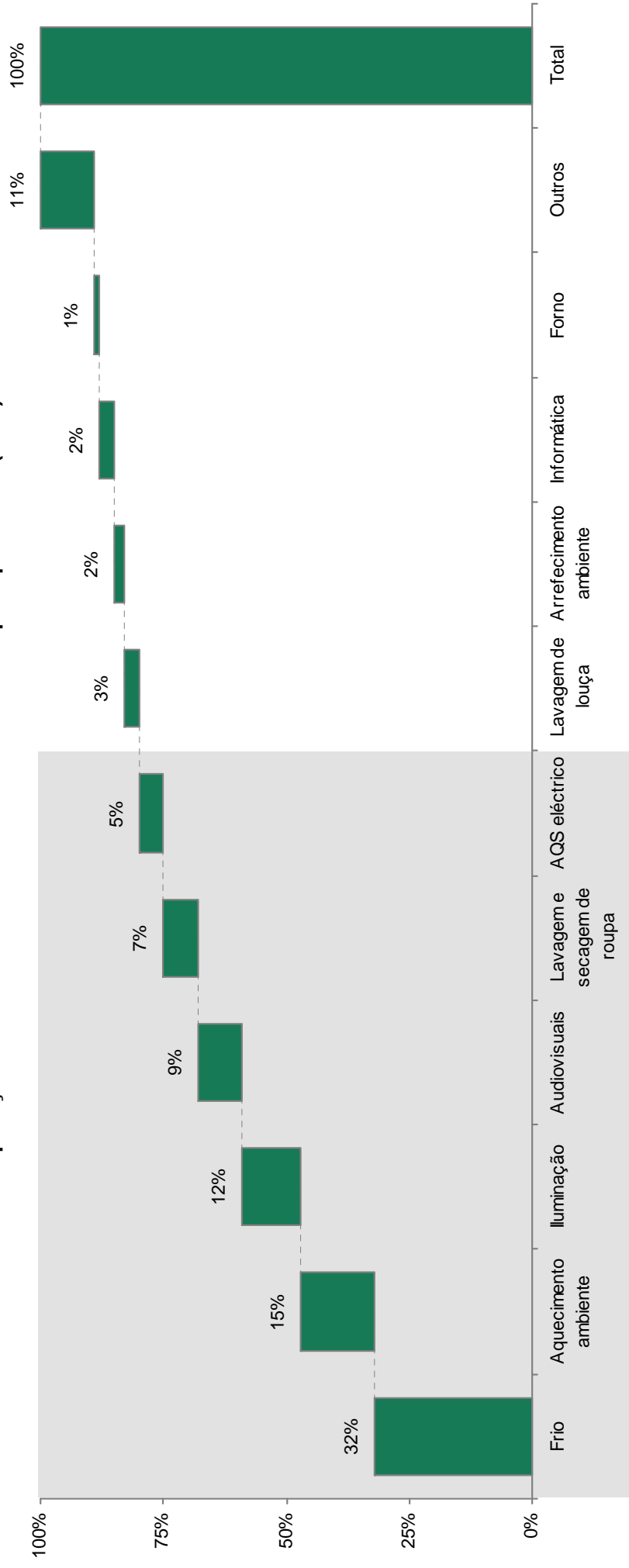
### Plano Nacional Acção Eficiência Energética

Programa	Designação da medida	Código da medida	Descrição	Impactos (tep)				Metas			
				Cenário intermédio	Cenário Alto	Cenário Baixo	2015	Indicadores	Actual	2010	2015
Substituição do parque de equipamentos ineficientes	Cheque Eficiência para aquisição de equipamentos de frio, frigoríficos e congeladores classes A++ e A+	R&S4M1		13.892	47.536	47.544	47.528	% do parque eficiente (A, A+, A++)	8%	18%	37%
		R&S4M2		5.320	14.642	14.651	14.633	Congeladores	1%	7%	25%
		R&S4M3		35.820	75.022	75.022	75.022	% do parque eficiente de máquinas de lavar roupa (classe A)	1%	10%	25%
Desincentivo à aquisição de novos equipamentos ineficientes	Troca de lâmpadas. Phase-out de lâmpadas incandescentes. Programa de substituição de 5 milhões de lâmpadas incandescentes por CFL.	R&S4M4		537	4.393	4.472	4.313	% de CFL no parque de iluminação	15%	39%	61%
		R&S4M5		1.335	3.735	3.859	3.611	% de vendas de equipamentos eficientes (classe A ou superior)	50%	75%	90%
Medidas de remodelação	Taxa sobre as lâmpadas ineficientes. Proibição da comercialização de equipamentos de classes mais baixas. Informação sobre "whole-life-cycle cost"	R&S4M6		710	1.987	2.053	1.921	N.º total de fogos	-	60.000	200.000
		R&S4M7		6.247	16.020	16.681	15.358	N.º m2 instalados	-	600.000	2.000.000
Renovação de equipamento de escritório	Regime de amortizações aceleradas para equipamentos eficientes, como incentivo à substituição de equipamentos de escritório, desk tops por laptops, monitores tradicionais por LCD ou sistemas multifunções	R&S4M8		6.258	16.280	16.685	15.874	N.º total de fogos	-	30.000	100.000
		Total		70.119	179.613	180.967	176.259	N.º m2 instalados	-	1.500.000	4.000.000
								Penetração de equipamentos de elevada eficiência nas vendas anuais	-	50.000	200.000
										10%	20%

# As medidas incidem prioritariamente sobre os equipamentos e consumos eléctricos mais relevantes



Repartição do consumo doméstico de electricidade por tipo de uso (2002)



**Diferencial face à média europeia (EU-15) % (1)**

+18 p.p.

n.a.

-2 p.p.

-1 p.p.

=

-6 p.p.

+1 p.p.

n.a.

+1 p.p.

-8 p.p.

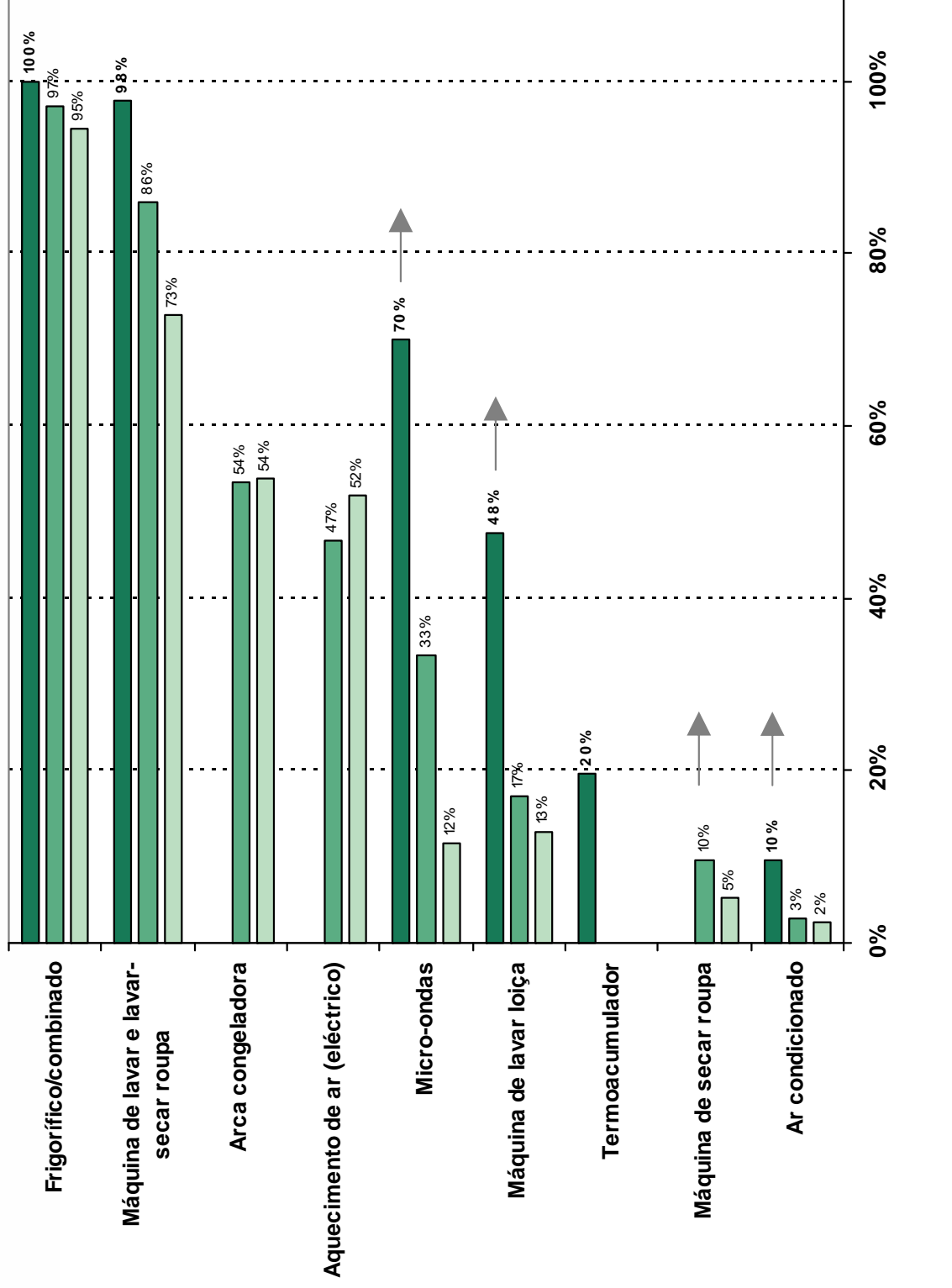
-2 p.p.

Nota (1) : Sem considerar a % da energia consumida com o aquecimento e arrefecimento ambiente e tendo em conta uma taxa de penetração normalizada para os equipamentos de frio e roupas de ~100%  
 Fonte: ADENE; IEA (2003) ; Análise ADENE/DGEG

# O parque de electrodomésticos e respectivas taxas de posse, permitem concluir que existem três grandes grupos de equipamentos



Evolução das taxas de posse por electrodoméstico



**1** Grupo de equipamentos cuja taxa de penetração estabilizou

- Como frigoríficos, máquinas de lavar roupa e congeladores

**2** Grupo de equipamentos cuja taxa de penetração está em crescimento

- Máquinas de lavar loiça, secar roupa e o ar condicionado

**3** *Small appliances* com elevada taxa de crescimento

- Como o micro-ondas
- Presença significativa de dois tipos de aparelhos**
- Aquecedores de ar
  - Termoacumuladores

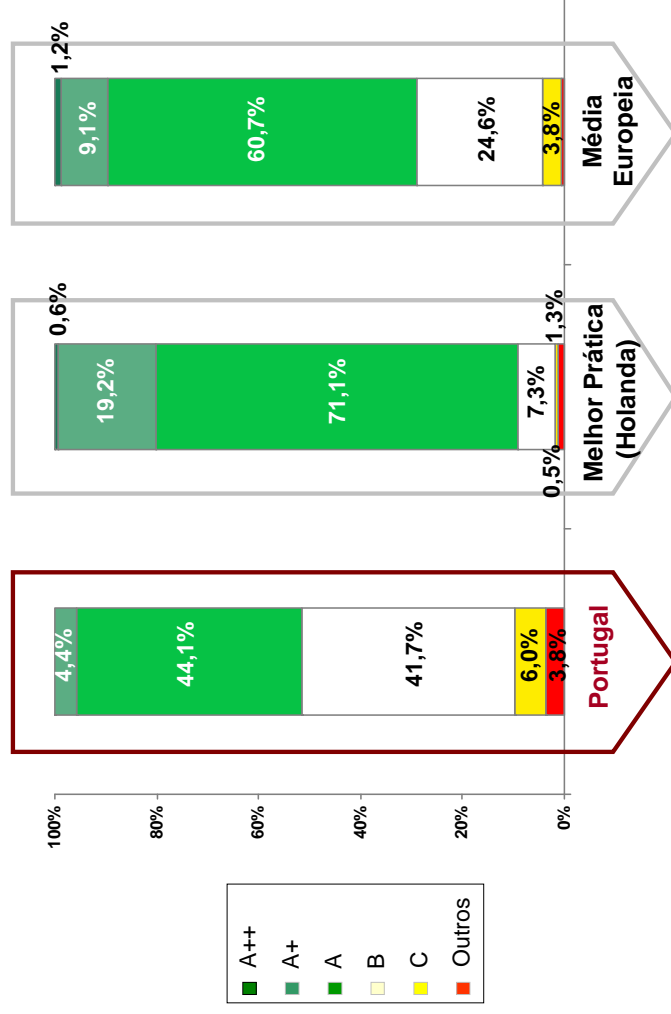
■ 2006  
■ 2000  
■ 1995

↑ Equipamentos com consumos individuais significativos e com elevado potencial de crescimento

# Existe um grande potencial de transferência de vendas de electrodomésticos para classes mais eficientes

## Quer para os frigoríficos quer para as máquinas de lavar roupa

Vendas de Frigoríficos em 2005 por classe energética



**Classes eficientes**

- A++
- A+
- A

**48,5%**

**90,9%**

**71%**

**Equipamentos ineficientes**

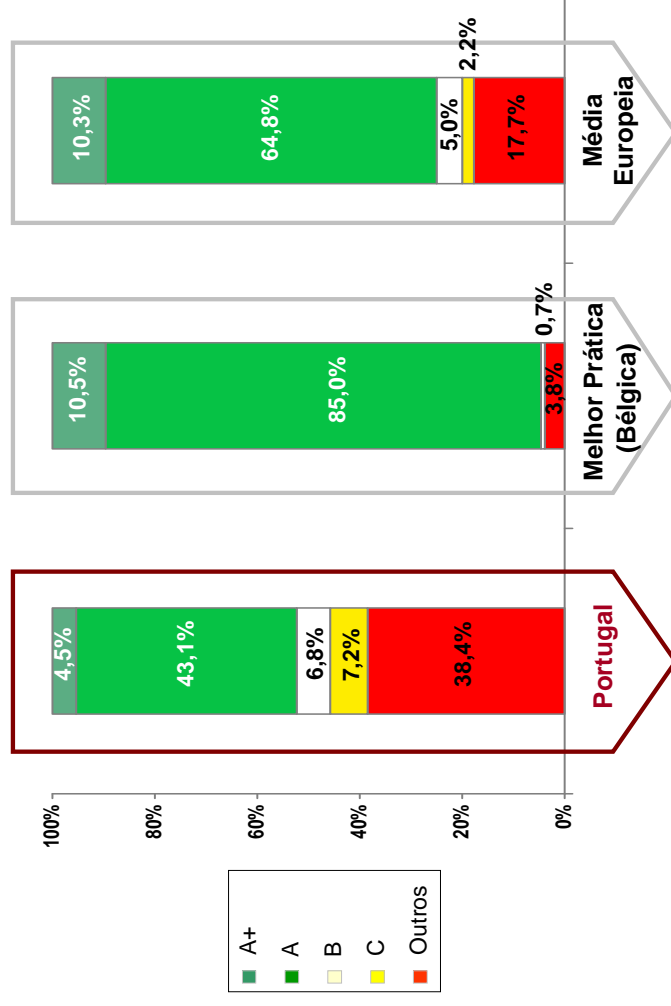
- B
- C
- Outros

**51,5%**

**9,1%**

**29%**

Vendas de Máquinas de Lavar Roupa em 2005 por classe energética



**Classes eficientes**

- A+
- A

**48,6%**

**95,5%**

**75,1%**

**Classes ineficientes**

- B
- C
- Outros

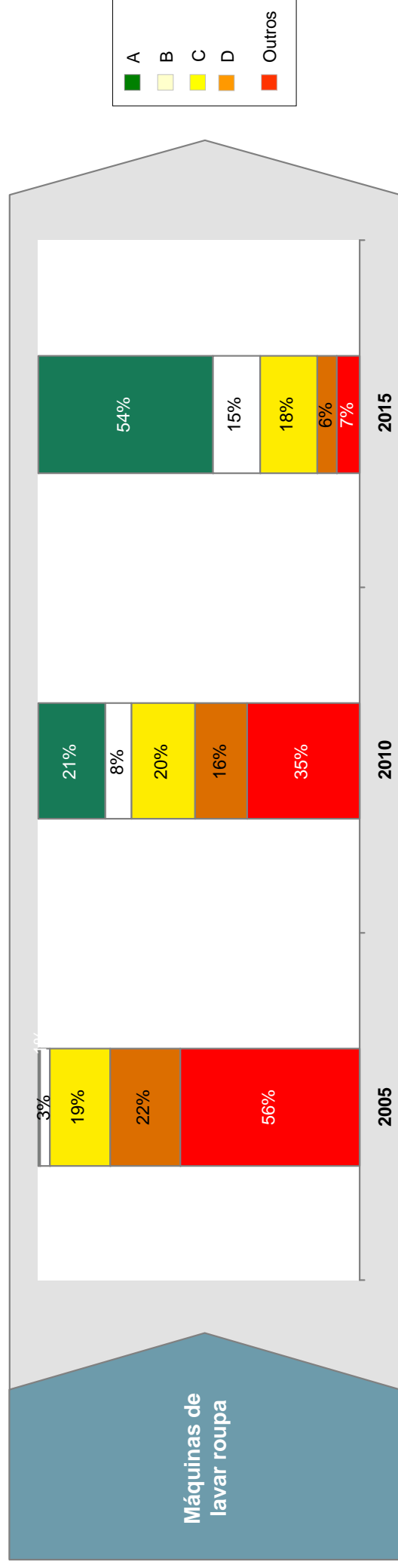
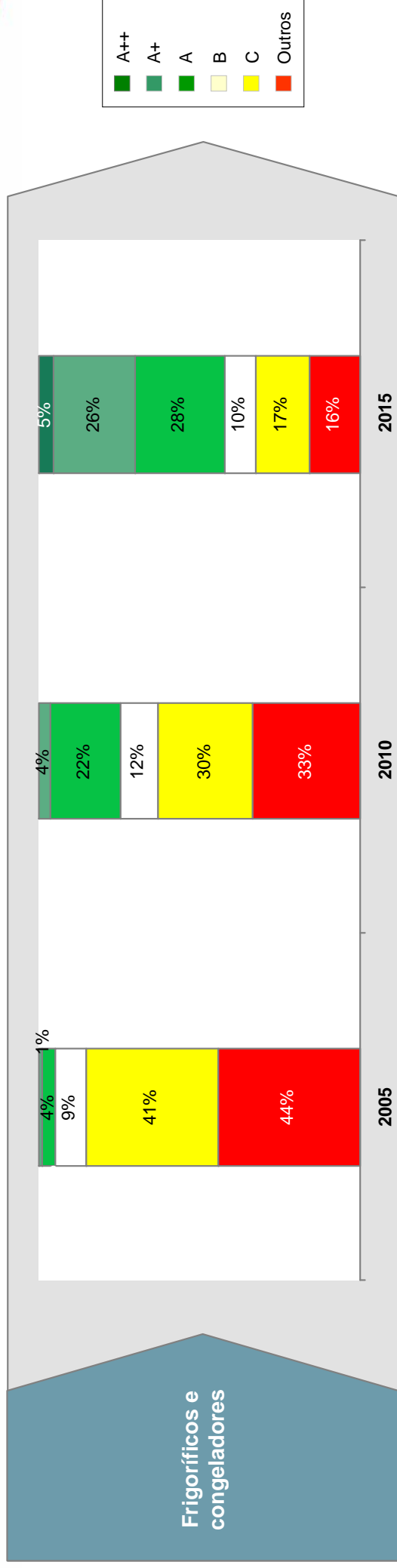
**51,4%**

**4,5%**

**24,9%**

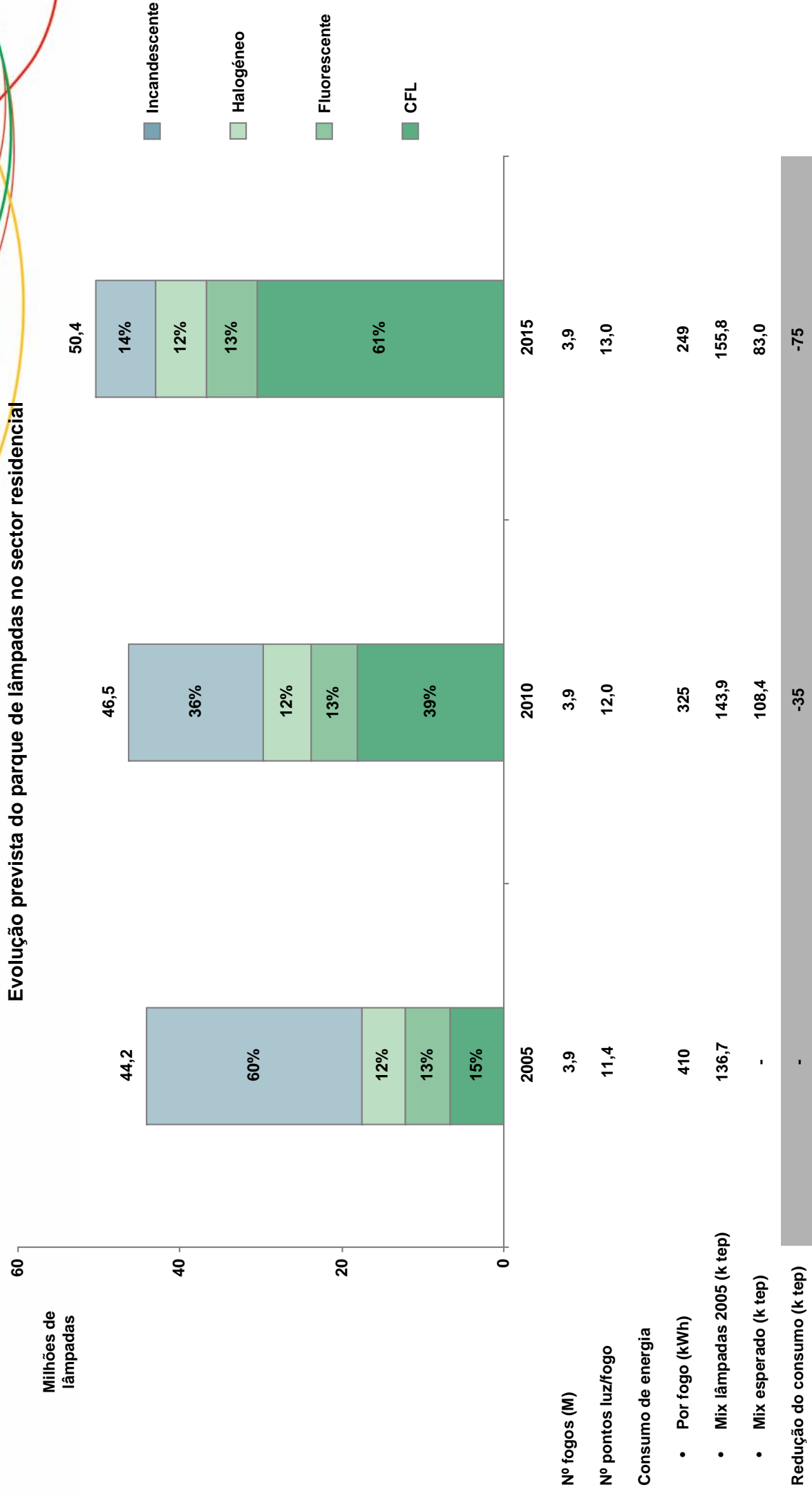
# Evolução estimada do parque de electrodomésticos após as medidas do PNAEE

Evolução estimada da composição do parque de frigoríficos, congeladores e máquinas de lavar roupa por classe energética



# Programa Renove Iluminação

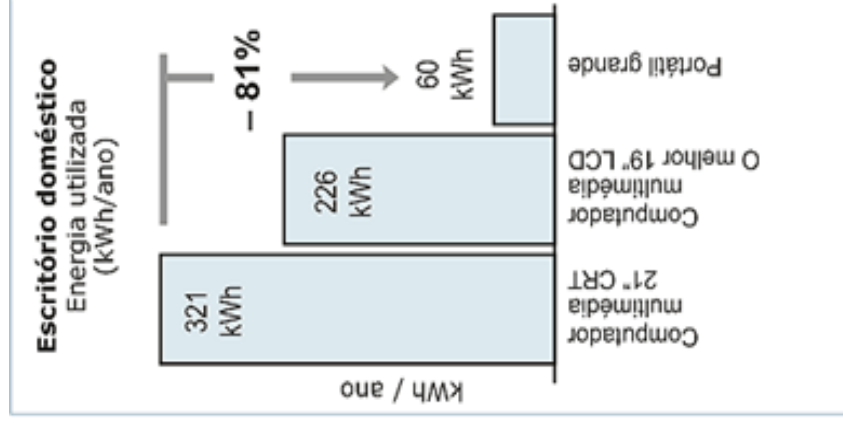
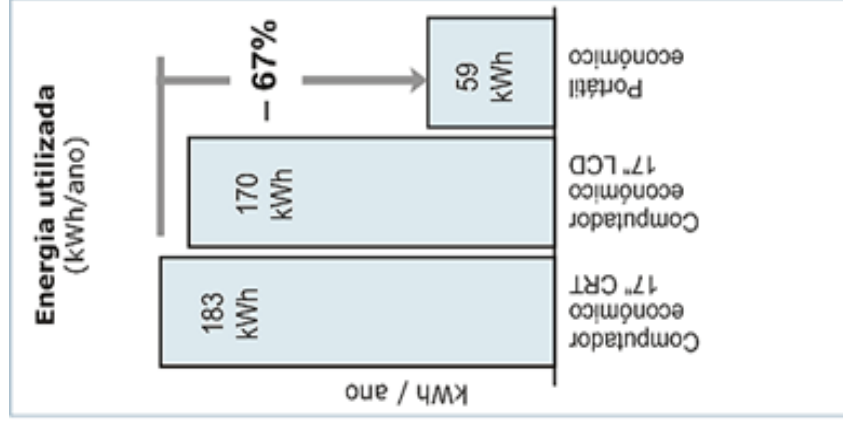
Evolução prevista do parque de lâmpadas no sector residencial



Nota: valores estimados; impactos incluem efeitos do programa de substituição e de campanhas de divulgação  
 Fonte: análise ADENE/DGEG



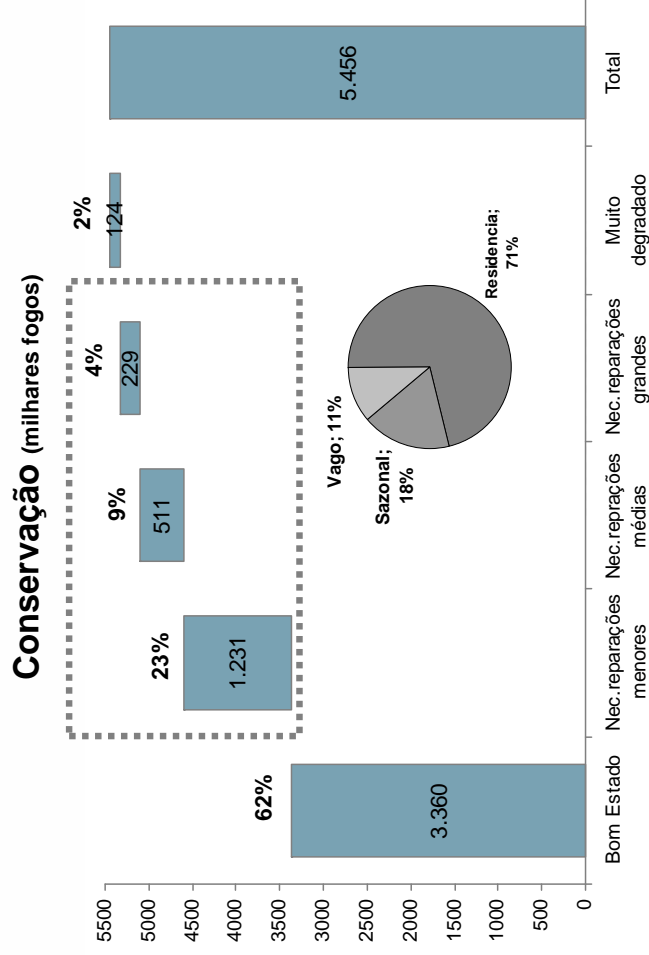
# O dimensionamento correcto dos equipamentos informáticos tem uma enorme relevância em termos de eficiência energética




- A substituição de PCs *desktops* com monitores CRT por *Notebooks* apresenta um potencial de economias de energia de 67 a 81%
- A substituição de monitores convencionais por monitores planos apresenta um potencial de economia de energia até 50%.
- Os dispositivos centralizados multifunções apresentam um potencial de economia de energia até 50%, comparativamente com os dispositivos unipessoais.
- O dimensionamento correcto do equipamento/installação informática constitui um factor de eficiência energética muito relevante.
- A adopção dos critérios "Energy-Star" nos concursos de aquisição de equipamentos permite alcançar até 30% do potencial de economias de energia comparativamente com o "state-of-art".

# Potencial para dinamizar a reabilitação urbana


Parque residencial de 5.5 milhões de fogos, dos quais menos de 2/3 estão em bom estado de conservação




- 62% dos fogos em bom estado de conservação
- 1.2 milhões a necessitar de pequenas reparações
- Quase 800 mil a necessitar de médias ou grandes reparações
- Parque sazonal representa quase 1/5 do total



- **Medida Janela Eficiente**
  - Incentivo á substituição de superfícies vidradas não eficientes
  - Envolvendo a reabilitação de cerca de 200 mil fogos até 2015



- **Medida isolamento térmico**
  - Incentivo ao isolamento térmico
  - 100 mil fogos reabilitados até 2015



- **Medida Calor Verde**
  - Programa de instalação de 200 mil sistemas de aquecimento de ambiente eficientes
    - recuperadores de calor a biomassa
    - bombas de calor COP maior ou igual a 4

# Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios

## Objectivo

Melhorar o desempenho energético dos edifícios, através da melhoria da classe média de eficiência energética do parque edificado, mediante a implementação do Sistema de Certificação Energética



Certificação Energética  
e Auditoria  
de Edifícios

## Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)

### Eficiência nos edifícios residenciais

**Implementação faseada do Sistema de Certificação Energética de acordo com o definido na respectiva regulamentação legal, nomeadamente:**

- 1ª fase – a partir de 1 de Julho de 2007 - aos novos grandes edifícios de habitação e de serviços (>1.000 m2) ou grandes remodelações
- 2ª fase – a partir de 1 de Julho de 2008 - a todos os edifícios novos de habitação e serviços independentemente da área ou fim
- 3ª fase – a partir de 1 de Janeiro de 2009 - aos edifícios existentes para habitação e serviços, aquando da celebração de contratos de venda e locação ou cuja área seja superior a 1.000 m2

- Residencial: 200 mil fogos/ano certificados
- Serviços: 20 mil fracções/ano certificadas

### Eficiência nos Serviços

**Alinhamento progressivo da fiscalidade com a classe de eficiência energética dos edifícios**

- Em sede de IRS, bonificação em 10% dos benefícios associados ao crédito habitação em sede de IRS para edifícios classe A/A+

**Acesso a crédito bonificado para implementação das medidas de eficiência energética e reabilitação previstas no certificado energético**

**Incentivo à bonificação de Licença de Construção que prevejam a edificação de edifícios classe A ou superior**

- 1 em cada 15 lares com classe energética eficiente (B- ou superior)

**Obrigatoriedade para edifícios > 1.000 m2**

- Realização de auditoria de energética de 6 em 6 anos e inspeções periódicas a caldeiras e sistemas de ar condicionado
- Plano de manutenção e técnico responsável pelo bom funcionamento dos sistemas de climatização

**Dinamização da instalação de sistemas de monitorização e gestão de energia**

- Obrigatória em equipamentos com potência >100kW (monitorização) e 200kW (gestão)

**Incentivo à cogeração através da dinamização de estudos de viabilidade**

- Obrigatória para edifícios >10.000 m2 dos sectores de saúde, turismo e comércio

**Regulamentação sobre iluminação com máximo de W/m2 consoante as utilizações**

- 30% do parque > B- em 2015
- 50% das grandes reparações A



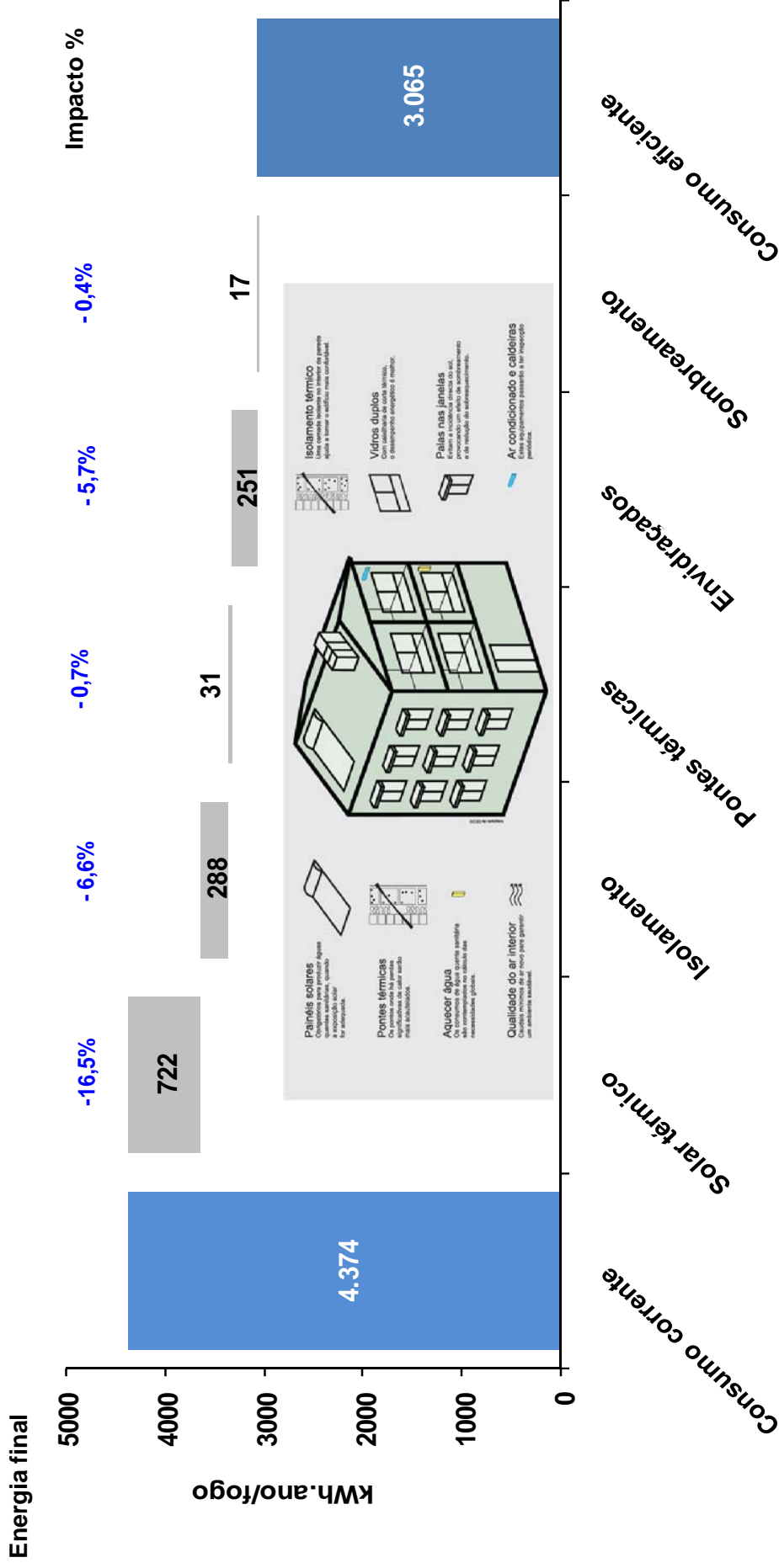
Plano Nacional Acção Eficiência Energética									
Programa	Designação da medida	Código da medida	Descrição	Impactos (tep)			Metas		
				Cenário intermédio	Cenário Alto	Cenário Baixo	Actual	2010	2015
Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios	Edifícios Residenciais	R&S5M1	Alcançar nos novos edifícios quotas mínimas por classes eficientes. Programas para a remodelação do parque com necessidades de reparações.	2010	2015	2015	2010	2015	2015
				34.792	94.436	94.863	170308	475159	475159
							1%	7%	7%
							10%	50%	50%
	Edifícios de Serviços	R&S5M2	Alcançar nos novos edifícios quotas mínimas por classes eficientes. Aumento da penetração de sistemas de cogeração. Implementação de solar térmico e de microprodução em escolas.	2010	2015	2015	2010	2015	2015
				32.561	104.386	109.033	9427	22705	22705
							5%	30%	30%
				<b>Total</b>	<b>67.353</b>	<b>198.822</b>	<b>203.896</b>	<b>193.748</b>	<b>193.748</b>

# Requisitos da Certificação e impacto energético em edifícios residenciais



## Impacto da Certificação

(Média por habitação)



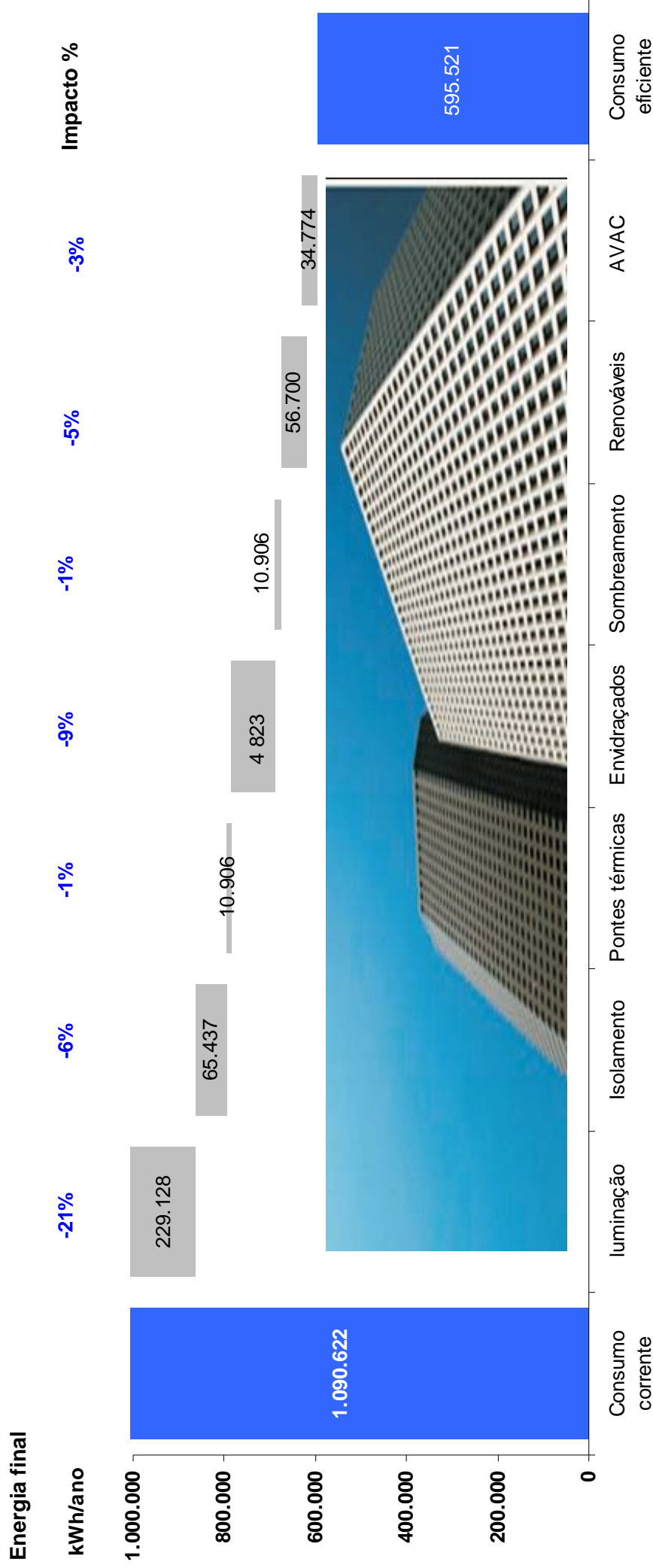
Fonte: ADENE./DGEG. Consumo Doméstico Balanço DGEG 2005 (energia final total convertida para kWh)

# Requisitos da Certificação e impacto energético em edifícios de serviços



## Impacto Certificação

Média escritório (8 mil m2)



Fonte: ADENE, Consumo Doméstico Balanço DGE 2005 (energia final total convertida para kWh)

### Objectivo

Promover a substituição do consumo de energia não renovável por energia renovável através da maior facilidade de acesso a tecnologias de micro-geração e de aquecimento solar

### Renováveis na Hora: Micro-geração

**Sistema simplificado de registo para instalação de micro-geração renovável até 5 kW**

- 10 MW por ano a crescer a 20%/ano

**Obrigatoriedade de instalação 2 m<sup>2</sup> de solar térmico para aceder à tarifa bonificada**

- Estimado em cerca de 1m<sup>2</sup> por kW instalado

**Isenção de licenciamento camarário para pequenas instalações**

- 165 MW de capacidade instalada

### Renováveis na Hora: Programa Solar Térmico

**Campanhas de divulgação**

**Programa “Renove – Solar Térmico”**

- Apoio à revitalização de equipamentos de solar térmico existentes

**Programa de incentivos para instalação de novo solar térmico**

- Benefício fiscal até 30% do investimento em sede de IRS

**Obrigatoriedade de instalação de solar térmico nos novos edifícios**

**Programas orientados a segmentos específicos**

- Habitações Sociais
- Piscinas e Banheiros
- Condomínio Solar

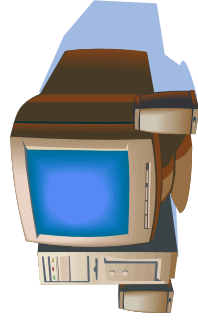
- 1 em cada 15 edifícios com Solar Térmico

## Plano Nacional Acção Eficiência Energética

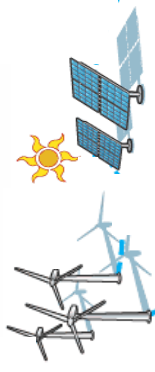
Programas e Medidas		Impactos (tep)				Metas						
Programa	Designação da medida	Código da medida	Descrição	Sector	Cenário intermédio	Cenário Alto	Cenário Baixo	Indicadores	Actual	2010	2015	
					2010	2015	2015					
	Micro-produção	R&S6M1	Incentivo à micro-produção (fotovoltaico, eólico, hídrico, biomassa, ...)		8.793	23.447	23.447	Potência instalada Nº instalações	0	21788	62 165	2% 7%
Renováveis na Hora	Solar Térmico	R&S6M6	Campanhas de divulgação. Programa "Renove - Solar Térmico". Programa de incentivos para instalação de novo solar térmico. Obrigatoriedade de instalação de solar térmico nos novos edifícios. Programas orientados a segmentos específicos (Escolas, Equipamento Desportivo, Piscinas).	Residencial	5.446	13.844	13.844	Edifícios com Solar Térmico	--	102.215	272.572	
				Serviços	4.236	12.180	12.180		--			
				<b>Total</b>	<b>18.475</b>	<b>49.471</b>	<b>49.471</b>					



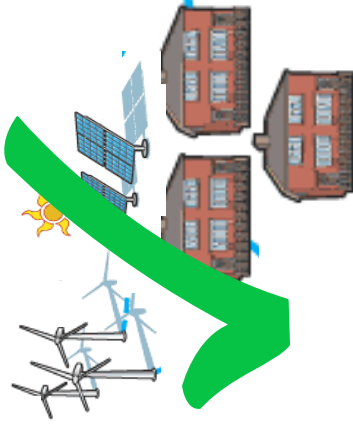
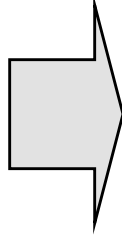
# Com um simples registo on-line o particular pode iniciar “na hora” a construção da unidade de microprodução



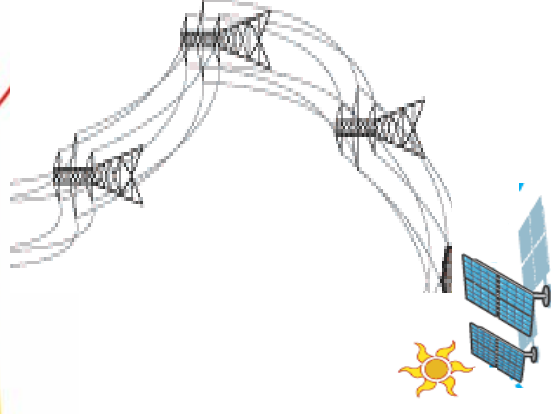
**Registo on-line**



**Contrata instalação**



**Inspector emite Certificado de Exploração**



**Inicia venda à rede**

**Sistema de Registo da Micro-produção (SRM)**  
Identifica nº cliente electricidade  
Potência e tecnologia a instalar  
Até 50% da potência de consumo e 3,68 kW

**Instala:**  
Micro-fotovoltaica ou Micro-eólica ou Micro-hídrica ou Cogeração a biomassa ou Pilhas hidrogénio + Colector solar térmico (excepto condomínios e micro-cogeração)

Solicita inspeção até um máximo de 4 meses após registo  
SRM emite certificado de exploração

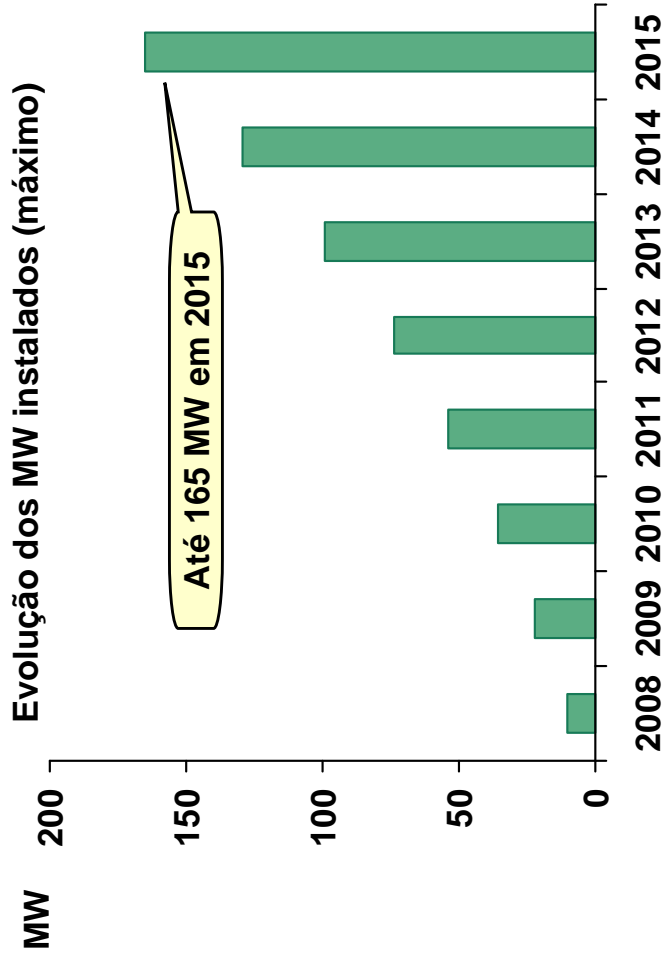
**Celebra contrato com comercializador e inicia venda de electricidade à rede**  
- Possibilidade de até 75% da facturação poder ser contratada directamente com a banca para financiar investimento

# O modelo de remuneração previsto estimula o mercado e a eficiência das tecnologias de micro-produção

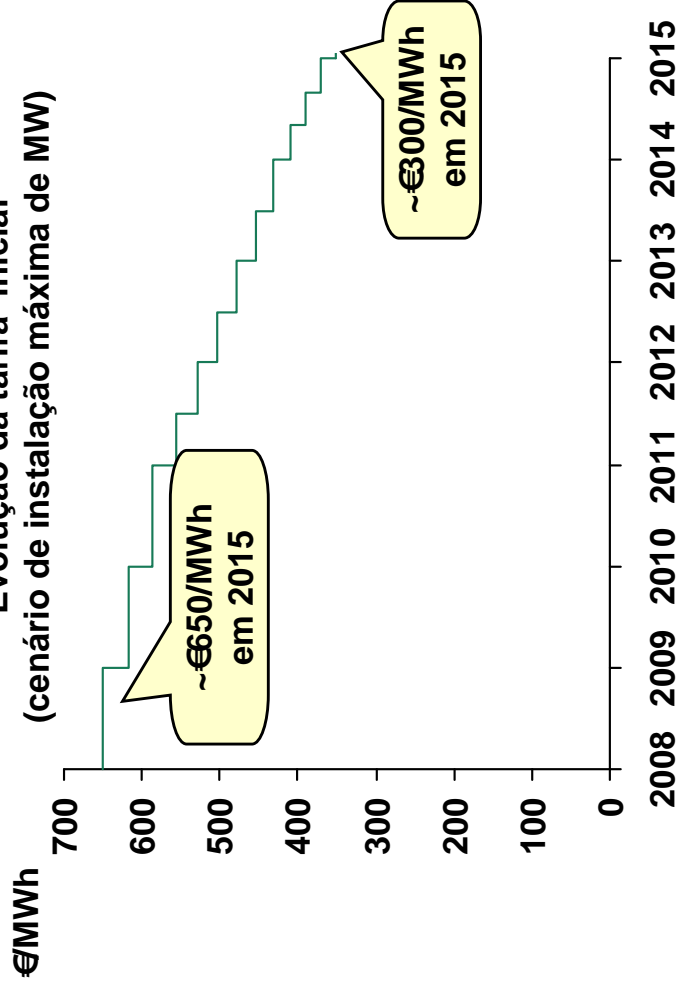


Até 165 MW instalados em 2015

Tarifa decrescente (-5% de 10MW em 10 MW)



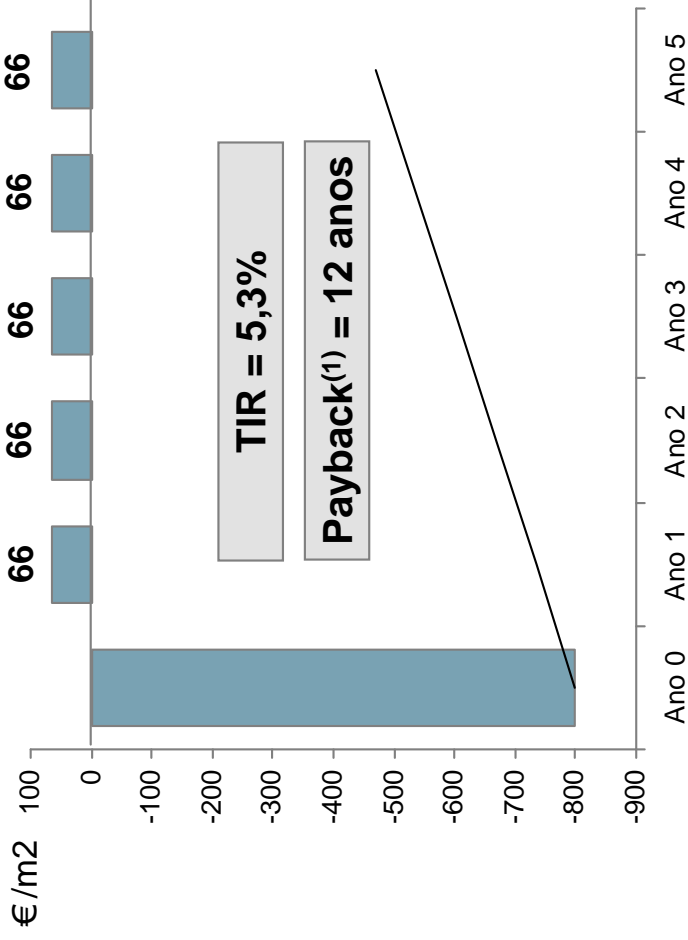
Potência máxima que pode ser instalada anualmente cresce a 20% ao ano



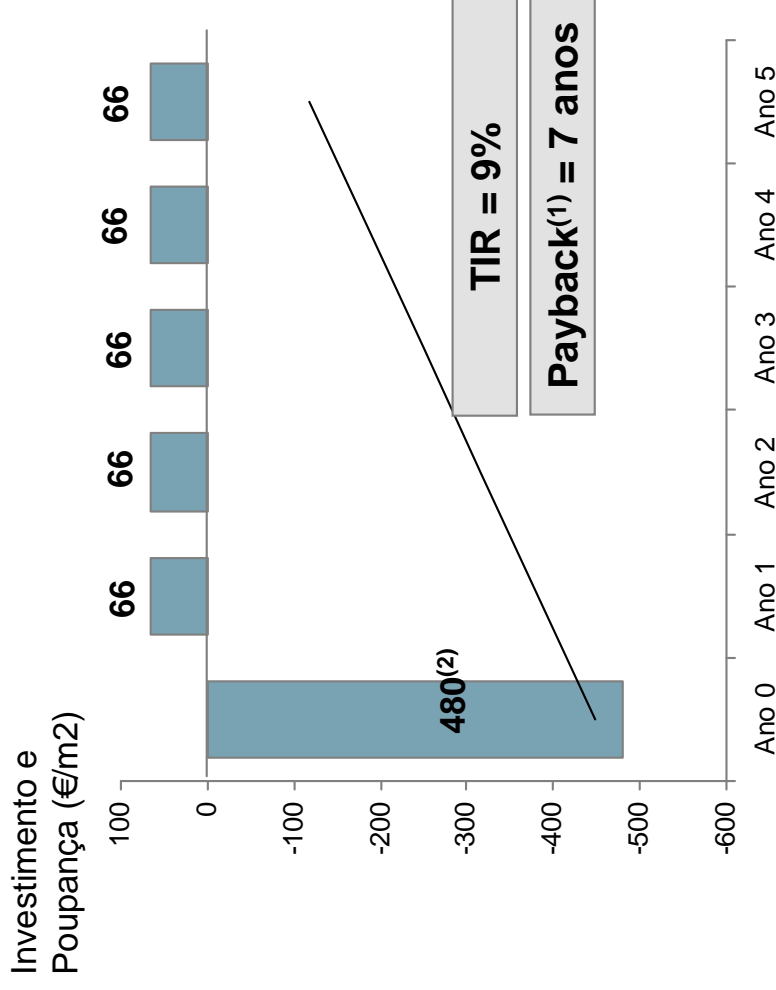
A tarifa do ano de instalação é garantida durante os primeiros 5 anos. Nos anos seguintes aplica-se a tarifa em vigor em cada ano.

# O apoio ao investimento privado bem como o aumento da competitividade no sector são fundamentais

## Proposta económica actual do Solar Térmico em aplicações residenciais unifamiliares<sup>(3)</sup>



## Proposta económica (após redução competitiva do preço em 20% e benefício fiscal de 30%)



(1) Payback simples = investimento inicial / poupança anual

(2) Investimento de 480 =  $800 \times (1 - 0,20) \times (1 - 0,30)$

(3) €800/m2 de investimento constitui cenário conservador

Nota: considera geração de 600 kWh por m2, valorados a €0,11/kWh

Fonte: Análise ADENE/DGEG/MEI

# **ANEXO 4**



AGÊNCIA PARA A ENERGIA

Entidade Gestora



## **INTRODUÇÃO AO SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR NOS EDIFÍCIOS**

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) é um dos três pilares sobre os quais assenta a nova legislação relativa à qualidade térmica dos edifícios em Portugal e que se pretende venha a proporcionar economias significativas de energia para o país em geral e para os utilizadores dos edifícios, em particular. Juntamente com os diplomas que vieram rever a regulamentar técnica aplicável neste âmbito aos edifícios de habitação (RCCTE, D.L. 80/2006) e aos edifícios de serviços (RSECE, D.L. 79/2006), o SCE define regras e métodos para verificação da aplicação efectiva destes regulamentos às novas edificações, bem como, numa fase posterior, aos imóveis já construídos.

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) veio estabelecer requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da envolvente (paredes, envidraçados, pavimentos e coberturas), limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos. Este regulamento impõe limites aos consumos energéticos da habitação para climatização e produção de águas quentes, num claro incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacte em termos de consumo de energia primária. A nova legislação determina também a obrigatoriedade da instalação de colectores solares e valoriza a utilização de outras fontes de energia renovável na determinação do desempenho energético do edifício.

Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) veio igualmente definir um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados sistemas de climatização, os quais, para além dos aspectos da qualidade da envolvente e da limitação dos consumos energéticos, abrangem também a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios, obrigando igualmente à realização de auditorias periódicas aos edifícios de serviços. Neste regulamento, a qualidade do ar interior surge também com requisitos que abrangem as taxas de renovação do ar interior nos espaços e a concentração máxima dos principais poluentes.

A aplicação destes regulamentos é verificada em várias etapas ao longo do tempo de vida de um edifício, sendo essa verificação realizada por peritos devidamente qualificados para o efeito. São esses os agentes que, na prática e juntamente com a ADENE, irão assegurar a operacionalidade do SCE. A face mais visível deste trabalho será o Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior emitido por um perito para cada edifício, onde o mesmo será classificado em função do seu desempenho numa escala predefinida de 9 classes (A+ a G). A emissão do certificado pelo perito será realizada através de um sistema informático de suporte criado para o efeito, onde se constituirá um registo central de edifícios certificados.

# **ANEXO 5**



## **Liderar -pelo ambiente na procura da sustentabilidade**

### **Apresentação Sumária**

### **do Sistema de Avaliação**

### **Voluntário da Sustentabilidade**

### **da Construção**

### **Versão para Ambientes Construídos (V2.00)**

#### **Conteúdo:**

1. Enquadramento .....	2
2. Sistema LiderA .....	2
3. Critérios de Base .....	6
4. Aplicar .....	16
Referências .....	17

**Março 2009**

**Versão de trabalho (b1)**

**Manuel Duarte Pinheiro**

**Contributos: Bruno Dias, Bruno Xisto, João Soeiro, Madalena Esquivel**



## LiderA – Apresentação sumária da Versão 2.00

### 1. Enquadramento

A Construção Sustentável é, ainda hoje, um conceito novo para a Indústria da Construção, em especial a Nacional, dispondo de múltiplas perspectivas. As formas práticas de avaliar e reconhecer a construção sustentável são cada vez mais uma realidade nos diferentes países, destacando-se os que fomentam a construção sustentável através de sistemas de mercado (CIB, 1999; Silva, 2004) nomeadamente para os edifícios.

A nível internacional, existem vários sistemas (Reino Unido, Estados Unidos da América, Austrália, Canadá, França, Japão, entre outros, para reconhecer a construção sustentável. A nível nacional, no âmbito do projecto de investigação efectuado no Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico, têm-se vindo a desenvolver as bases para um sistema de apoio e avaliação da construção sustentável a nível nacional (Pinheiro *et. al* 2002; Pinheiro, 2004, Pinheiro e Correia, 2005, Pinheiro, 2006).

Assim, nos desde 2000, no Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico, com o suporte da IPA – Inovação e Projectos em Ambiente, Lda, o autor tem vindo a desenvolver trabalhos para apoio técnico da construção sustentável, de entre os quais se destaca o projecto de desenvolvimento de um sistema de apoio e avaliação da construção sustentável a nível nacional, com especial destaque para os edifícios e empreendimentos, que se designa por LiderA, acrónimo de Liderar pelo ambiente a procura da sustentabilidade na construção.

A primeira versão disponível V1 destinava-se sobretudo ao edificado e espaço envolvente, face às aplicações efectuadas, foi desenvolvida uma versão 2.0 que alarga a possibilidade de aplicação, não só ao edificado, mas ao ambiente construído incluindo a procura de edifícios, espaços exteriores e comunidades sustentáveis. As suas linhas sumárias são seguidamente referenciadas.

### 2. Sistema LiderA

O sistema LiderA assenta no conceito de reposicionar o ambiente na construção, na perspectiva da sustentabilidade, assumindo-se como um sistema para liderar pelo ambiente. O sistema proposto (Pinheiro, 2005), dispõe de três níveis: estratégico, projecto e gestão do ciclo de vida, tendo em vista permitir o acompanhamento nas diferentes fases de desenvolvimento do ciclo de vida do empreendimento.

No **nível estratégico** são evidenciados os princípios da abordagem, que devem ser definidos numa lógica de Política. Como critérios de comparação neste nível foram tidas em consideração a Agenda 21 e

as orientações de sustentabilidade presentes no regulamento geral das edificações, traduzidos nos seguintes princípios: fomentar a adequada localização e integração ambiental, a eficiência nos consumos e gestão dos fluxos, um reduzido impacte, adequado conforto, durabilidade e acessibilidade, uma consistente gestão ambiental e uma procura proactiva da inovação.

Estes princípios, estabelecidos ao nível da política do empreendimento, aplicam-se desde a fase inicial da concepção e compreendem o desempenho como o compromisso para os atingir, o qual deve ser formalizado, passando a poder fazer parte dos empreendimentos como uma estratégia de sustentabilidade. Dispõe de um **nível estratégico**, onde se assume um conjunto de princípios, através da adopção de uma Política Ambiental para o empreendimento.

### Política Ambiental

O empreendimento desde o seu início deve adoptar uma Política ambiental, a qual deve ser adequada ao empreendimento e especificidades ambientais, considerando os seguintes seis princípios.

Para a procura da sustentabilidade é fundamental que, preferencialmente desde a sua fase inicial de concepção ou reabilitação, se apliquem os princípios para a procura da sustentabilidade. Os seis princípios a serem adoptados são:

Princípio 1 – Valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;

Princípio 2 – Fomentar a eficiência no uso dos recursos;

Princípio 3 – Reduzir o impacte das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);

Princípio 4 – Assegurar a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental;

Princípio 5 – Fomentar a adaptabilidade sócio-económica;

Princípio 6 – Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e inovação.

### Desempenho e Operacionalização

O **nível de projecto** assenta na aplicação dos princípios e na procura dos níveis de desempenho viáveis para a situação específica. Esta é a fase da definição das soluções e respectivos níveis de desempenho, que devem ser comparados com os referenciais de sustentabilidade face ao seu desempenho.

O **nível operacional** assenta na aplicação dos princípios e na procura dos níveis de desempenho viáveis para a situação específica. Esta é a fase da definição das soluções e respectivos níveis de desempenho, os quais devem ser comparados com os referenciais de sustentabilidade.

Para cada tipologia de utilização são definidos os **níveis de desempenho considerados**, que permitem indicar se a solução é ou não sustentável. A parametrização para cada um deles segue, ou a melhoria

das práticas existentes, ou a referência aos valores de boas práticas, tal como é usual nos sistemas internacionais.

Estes níveis são derivados a partir de dois referenciais chave. O primeiro assenta no desempenho tecnológico, pelo que a prática construtiva existente é considerada como nível usual (Classe E) e o melhor desempenho decorre da melhor prática construtiva viável à data, o que tem como pressuposto que uma melhoria substantiva no valor actual é um passo na sustentabilidade. Decorrentes desta análise são estabelecidos para cada utilização os níveis de desempenho a serem atingidos. Como referencial no valor global final considera-se que um bom nível de desempenho é A, significando uma redução de 50% face à prática de referência (no geral a prática actual), que é considerada como E.

O reconhecimento é possível de ser efectuado nas classes C (superior a 25% à prática), B (37,5 %) e na A. Na melhor classe de desempenho existe para além da classe A, a classe A+, associada a um factor de melhoria de 4 e a classe A++ associada a um factor de melhoria de 10 face à situação inicial considerada, sendo a equivalente a uma situação regenerativa.

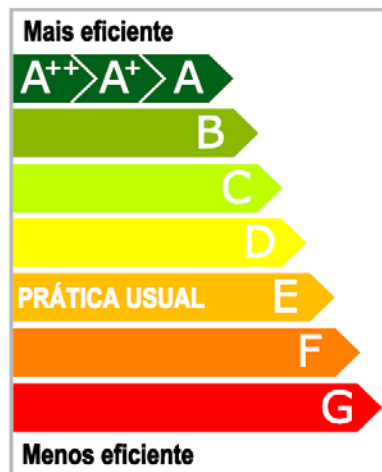


Figura 2-1 – Níveis de Desempenho Global

### Critérios

Como apoio à procura da sustentabilidade, sugere-se um conjunto de critérios nas diferentes áreas. Os critérios propostos pressupõem que as exigências legais são cumpridas e que são adoptadas como requisitos essenciais mínimos nas áreas, incluindo a regulamentação aplicada ao edificado, sendo a sua melhoria a procura de sustentabilidade. Os critérios considerados e as sugestões indicadas devem ser entendidos como propostas de base, sendo, em casos específicos sujeitos a ajustamentos, no sentido de se assegurar a dimensão ambiental e social, a viabilidade económica, e a sua eventual complementaridade, da forma mais eficiente possível.

Tal como nos sistemas internacionais de avaliação, como o BREEAM, LEED, HQE, CASBEE. (Pinheiro, 2006), estas propostas evoluem com a tecnologia, permitindo dispor de soluções ambientalmente mais eficientes. No entanto, os critérios e as orientações apresentadas pretendem ajudar a seleccionar, não a

melhor solução existente, mas a solução que melhore, preferencialmente de forma significativa, o desempenho existente, também numa perspectiva económica.

No geral, assume-se que as soluções tenham períodos de retorno económicos reduzidos, em comparação com o tempo de vida dos edifícios, que pode ir de 50 a 100 anos. Considera-se razoável um período de retorno económico que ronda os 10 anos, devendo as soluções com períodos mais alargados ser equacionadas num contexto específico, o qual pode excepcionalmente justificar a sua adopção, embora tal não deva funcionar como regra. Assim, assume-se claramente que se pretendem adoptar soluções que sejam economicamente viáveis.

O grau de profundidade e detalhe da informação necessária para suportar e evidenciar o desempenho dos critérios deve depender das características da zona a intervir e das respectivas sensibilidades, bem como da dimensão e complexidade do projecto. Assim, para projectos de dimensões reduzidas, as indicações de desempenho passíveis de serem comprovadas expeditamente poderão ser suficientes, enquanto para projectos de maiores dimensões os comprovativos devem ser quantitativos e detalhados.

Na lógica de selecção dos critérios existe um conjunto destes que não são necessariamente disjuntos, por exemplo, a redução do consumo de electricidade e a eficiência dos equipamentos, a energia renovável e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), os materiais reciclados e renováveis e os materiais certificados. Esta lógica sugere a potenciação da sustentabilidade ao conjugar situações de melhor desempenho ambiental. Estão previstos também um conjunto de pré requisitos a serem cumpridos nas diferentes áreas.

Os critérios centram-se na possibilidade de desempenho, pressupondo a capacidade de integração e valorização da paisagem e assumindo uma perspectiva de qualidade arquitectónica. Os critérios propostos são uma base (núcleo) passível de ser ajustada, face ao tipo de utilização do empreendimento e aos aspectos ambientais considerados.

Cada critério sugerido é numerado de 1 a 42 (isto é, um critério sugerido com C n<sup>o</sup>) e é enquadrado com uma referência sumária nos principais aspectos e instrumentos<sup>1</sup> da sua aplicação, nacionais ou internacionais. Os critérios distribuem-se pelas seguintes seis vertentes e vinte e duas áreas:

- Integração local, no que diz respeito ao Solo, aos Ecossistemas naturais, e à Paisagem e Património;
- Recursos, abrangendo a Energia, a Água, os Materiais e Alimentares;
- Cargas ambientais, envolvendo os Efluentes, as Emissões Atmosféricas, os Resíduos, o Ruído Exterior e a Poluição Ilumino-térmica;
- Conforto Ambiental, nas vertentes da Qualidade do Ar, do Conforto Térmico, e da Iluminação e acústica;
- Adaptabilidade sócio-económica, que integra o Acesso para todos, Custos no ciclo de vida, Diversidade Económica, Amenidades e Interação Social, e Controlo e Segurança;

---

<sup>1</sup> Ver <http://www.lidera.info/>

- Gestão Ambiental e Inovação.

### 3. Critérios de Base

#### Vertente: Integração local

A localização dos empreendimentos é um dos aspectos chave e inicial no desenvolvimento do empreendimento. Efeitos como a ocupação solo, as alterações ecológicas do território e da paisagem, a pressão sobre as infra-estruturas e das necessidades de transportes, estão associadas à escolha do local e condicionam o desempenho ambiental de qualquer edifício e/ou empreendimento.

Quadro 3-1 Localização e Integração: Áreas e critérios de base considerados

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	NºC
INTEGRAÇÃO LOCAL	SOLO	7%	S	Valorização Territorial	C1
				Optimização ambiental da implantação	C2
	ECOSSISTEMAS NATURAIS	5%	S	Valorização ecológica	C3
				Interligação de habitats	C4
				Integração Paisagística Local	C5
6 C. / 14 %	PAISAGEM E PATRIMÓNIO	2%	S	Protecção e Valorização do Património	C6
14%					

No que respeita, especificamente ao local e integração, os critérios de base focam os seguintes aspectos:

- **Valorização territorial (C1)** deve-se, preferencialmente, construir em locais de forma a assegurar impactes reduzidos para o solo e seus usos, e a gerar sustentabilidade na zona de instalação, assim como a valorizar as características ambientais globais, como, por exemplo, as climáticas (temperatura, precipitação, ventos, orientação solar e outros aspectos de dinâmica ambiental). A possibilidade de valorizar um local, infra-estruturas ou edifícios degradados é um aspecto relevante a dar prioridade.
- **Optimização ambiental da implantação (C2)** - deve por um lado ser minimizada, sem ultrapassar os limites de altura (das estruturas construídas) estabelecidos para a zona, e por outro, adequar a área de implantação do edificado e espaços construídos para assegurar a sua boa implantação atendendo às sensibilidades ambientais do espaço.
- **Valorização ecológica (C3)** - o valor ecológico dos locais pode diminuir (reduzindo as suas funções), contudo as intervenções humanas, se vocacionadas para o efeito ou adequadamente efectuadas podem aumentar esse valor existente. Esta pode ocorrer através do aumento da biodiversidade local e da valorização das zonas naturalizadas. Deve também ser asseguradas as funções

ecológicas do solo, nomeadamente a capacidade de suporte das actividades ecológicas do ciclo da água, tais como a drenagem e a infiltração das águas e a protecção das zonas mais relevantes, nomeadamente as susceptíveis à erosão.

- **Interligação de habitats (C4)** – o ambiente construído deve integrar e respeitar as zonas naturais existentes, minimizando a afectação das mesmas, nomeadamente através da salvaguarda dos habitats naturais relevantes, bem como da implementação de zonas de continuidade entre elas, de forma a salvaguardar essas áreas. Com essa medida pretende-se minimizar a destruição da biodiversidade e zonas naturais, e preservar os habitats e evitar a fragmentação ecológica.
- **Integração paisagística local (C5)** – é importante que haja uma componente de paisagem naturalizada na circundante ao ambiente construído, que contribua para a integração do empreendimento e valorização da componente natural. Esta integração deve ser efectuada de forma a contribuir para a integração nas dinâmicas naturais e urbanísticas existentes.
- **Protecção e valorização do património (C6)** – abrange o património natural e construído, o património pode ter uma grande influência na identidade e características do local, e como tal deve ser preservado e valorizado. Importa analisar a preservação e valorização do ambiente construído em causa (caso se trate de uma reabilitação), bem como dos edifícios e espaços envolventes, nomeadamente através da implementação de formas arquitectónicas que se coadunem com os mesmos e com o meio onde se insere.

#### **Vertente: Recursos**

O consumo de recursos como a energia, a água e os materiais é uma vertente que, numa perspectiva da sustentabilidade, assume um papel fundamental para o equilíbrio do meio ambiente, uma vez que os impactes provocados podem ser muito significativos e podem ocorrer nas diferentes fases do ciclo de vida dos empreendimentos. Daqui advém também a vertente alimentar que, apesar de não afectar directamente a operação dos edifícios, contribui significativamente para a saúde e bem-estar dos seus ocupantes.

Quadro 3-2 Eficiência no Consumo de recursos: Áreas e critérios de base considerados

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
RECURSOS	ENERGIA	17%	S	Certificação Energética/Consumo de Energia e eficiência dos equipamentos	C7
				Desenho Passivo	C8
				Intensidade em Carbono	C9
	ÁGUA	8%	S	Consumo de água potável	C10
				Gestão das águas locais	C11
	MATERIAIS	5%	S	Durabilidade	C12
				Materiais locais	C13
				Materiais de baixo impacte	C14
	9 C. / 32 %				
<b>32%</b>	ALIMENTARES	2%	S	Produção local de alimentos	C15

No que respeita especificamente aos recursos, os critérios de base focam os seguintes aspectos:

- **Certificação energética/consumo de energia (C7)** - este critério está directamente associado ao consumo energético e no edificado ao desempenho obtido na certificação energética (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar) em que são analisadas as necessidades energéticas dos edifícios para as condições normais de conforto, que se traduz as medidas de redução do consumo de energia.
- **Desempenho passivo (C8)** – as soluções passivas podem ser a componente chave de uma abordagem eficiente e de redução das necessidades de consumo. Assim no edificado a adopção de estratégias passivas é fundamental para reduzir as necessidades de energia, incluindo o assegurar de equipamentos energeticamente eficientes. No caso do espaço exterior é de destacar a importância da eficiência dos equipamentos.
- **Intensidade em carbono (C9)** – a intensidade em carbono estabelece o balanço de carbono emitido face à utilização de energia, quer seja proveniente de fontes renováveis como não renováveis. A situação ideal seria a de optimização da utilização de energia proveniente de fontes renováveis.
- **Consumo de água (potável) (C10)** - a utilização sustentável da água pressupõe uma estratégia de redução dos consumos, que pode ser obtida através da adequabilidade da água à sua utilização, bem como na eficácia dessa mesma utilização, podendo ser reforçada com a implementação de mecanismos de reutilização das águas.
- **Gestão das águas locais (C11)** - é fundamental contribuir para o ciclo natural da água, através da naturalização da gestão das águas no local, nomeadamente não aumentando as escorrências superficiais e atenuando os eventuais efeitos de picos/cheias em momentos de pluviosidade. Deve criar-se um sistema naturalizado de gestão das águas pluviais permitindo a sua infiltração e drenagem para linhas de água naturais e retenção de poluentes em zonas com eventuais contaminantes.

- **Durabilidade (C12)** – o consumo dos materiais está directamente ligada à durabilidade dos materiais e do edificado, daí a importância dos materiais na questão da durabilidade. Numa estratégia de sustentabilidade, a durabilidade do edificado deve ser aumentada, já que, desta forma minimiza-se o consumo de materiais de construção e os encargos ambientais que estão associados com as fases de demolição do edifício existente e de construção do novo edifício.
- **Materiais locais (C13)** - a disponibilidade e utilização de materiais locais (até um máximo de 100 km), podem contribuir para a atenuação das necessidades de transporte, incluindo a respectiva energia e emissões, bem como fomentar a integração da construção e a dinâmica da economia local.
- **Materiais de baixo impacte (C14)** – pretende-se fomentar o uso de materiais com reduzido impacte ambiental, nomeadamente através da utilização de materiais certificados ambientalmente (pelo rótulo ecológico ou outros sistemas de certificação reconhecidos), de materiais reciclados ou materiais de melhor desempenho ambiental.
- **Produção local de alimentos (C15)** – potenciar as possibilidades adequadas de produção local de alimentos, nomeadamente ao nível do espaço exteriores e pontualmente no interior do edificado. Essa produção local pode começar a criar um nível, embora numa primeira fase reduzido de autonomia local, contribuindo assim para uma maior sustentabilidade.

#### Vertente: Cargas Ambientais

Os impactes das cargas geradas pelos ambientais construídos e actividades associadas decorrem das emissões dos efluentes líquidos, das emissões atmosféricas, dos resíduos sólidos e semi-sólidos, do ruído e complementarmente da poluição ilumino-térmica. Esta vertente foca-se nos edifícios e nas estruturas construídas, bem como na estreita relação que estes estabelecem com o exterior.

Quadro 3-3 Cargas Ambientais: Áreas e critérios de base considerados

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
CARGAS AMBIENTAIS	EFLUENTES	3%	S	Tratamento das águas residuais	C16
				Caudal de reutilização de águas usadas	C17
	EMISSIONES ATMOSFÉRICAS	2%	S	Caudal de Emissões Atmosféricas - Partículas e/ou Substâncias com potencial acidificante (Emissão de outros poluentes: SO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> )	
				C18	
	RESÍDUOS	3%	S	Produção de resíduos	C19
				Gestão de resíduos perigosos	C20
Reciclagem de resíduos				C21	
8C. / 12 %	RUÍDO EXTERIOR	3%	S	Fontes de ruído para o exterior	C22
<b>12%</b>	POLUIÇÃO ILUMINO-TÉRMICA	1%	S	Efeitos térmicos (ilha de calor) e luminosos	C23

No que respeita, especificamente às cargas ambientais, aos critérios de base focam os seguintes aspectos:



- **Tratamento das águas residuais (C16)** - fomentar sistemas de tratamento local, diminuindo a pressão sobre as estações de tratamento municipais e, sempre que possível, através de sistemas biológicos adequados e de baixa intensidades em energia e materiais (produtos de tratamento). As fito-ETAR's são um dos bons exemplos para tratamento das águas residuais e podem contribuir para posterior possibilidades de reutilização (ver C17).
- **Caudal de reutilização de águas usadas (C17)** – uma das possibilidades de reduzir o consumo de água, assenta na reutilização das águas residuais (nomeadamente águas cinzentas) para actividades que não requeiram água potável (como autoclismos, água de processo, irrigação e lavagem de pavimentos exteriores, etc.).
- **Redução das emissões atmosféricas (C18)**, aplica-se em especial a nível das partículas e/ou substâncias com potencial acidificante (emissão de SO<sub>2</sub> e NOx) - as actividades de combustão do combustível (entre outras), dão origem a emissões entre outras de partículas, SO<sub>2</sub> e NOx, sendo fundamental reduzir essas emissões na fonte. Neste sentido, devem ser respeitadas as especificações legais estabelecidas, e nomeadamente analisar os níveis de emissões face à prática comum e aos valores limite.
- **Produção de resíduos (C19)** - a redução da produção de resíduos na sua globalidade e nas várias fases de construção/vida do empreendimento deve ser encarada como uma meta a atingir, definindo, desde logo, as técnicas, soluções e materiais que permitam reincorporar os resíduos ou que produzam, efectivamente, menor quantidade. Esta só será eficaz se for acordada por todos os envolvidos no processo e for pensada em todas as fases do ciclo de vida dos ambientes construídos.
- **Gestão de resíduos perigosos (C20)** – promover a selecção dos materiais e seus resíduos tendo também em consideração a possibilidade de produção reduzida de resíduos perigosos, as suas condições para armazenamento e destino final adequado.
- **Reciclagem de resíduos (C21)** – deve-se aumentar a percentagem de resíduos valorizados (sejam eles reciclados e/ou reutilizados), quer na construção, quer na operação, quer na desactivação/demolição. Os resíduos reutilizados são aqueles que podem apresentar maiores mais-valias, uma vez que a energia necessária para o seu processo de reaproveitamento, pode ser em princípio, menor do que nos reciclados.
- **Fontes de ruído para o exterior (C22)** - a necessidade de dispor de níveis de ruído aceitáveis ambientalmente, quer para a vida humana, quer para os animais é fundamental, tal objectivo pode ser promovido através do controlo das fontes de ruído para o exterior.
- **Efeitos Térmicos (Ilha de Calor) e luminosa (C23)** - o efeito de ilha de calor, provocado pelas alterações do balanço térmico do local, tem consequências a um nível global, facto que se comprova pelas condições ambientais desagradáveis e descontroladas que vivemos actualmente, quer pelo aumento de temperatura que se cria em alturas de calor, quer em situações inversas por um rápido arrefecimento, criando desconforto e obrigando o edificado a protecções suplementares. Desta forma, pretende-se que se reduzam as alterações térmicas decorrentes do edificado. Em relação à iluminação, sobretudo durante o período nocturno, apesar de parecer inofensiva, constitui mais uma fonte de poluição que no caso de não ser contida, pode interferir

com os ecossistemas e com o desenvolvimento de algumas actividades humanas, e deve, deste modo, ser atenuada.

### Vertente: Conforto ambiental

À luz dos modos de vida actuais, torna-se essencial que os edifícios e ambientes exteriores correspondam não só às exigências de eficiência energética mas também à satisfação dos utentes, pelo que a intervenção nesta área assume um papel relevante e necessário de ser equacionado. Não há regras rígidas e rápidas ou soluções únicas para criar ambientes que respondam ao conforto e bem-estar humanos, no entanto, devem haver métodos de quantificação que demonstrem a eficácia e eficiência das soluções adoptadas. Essas soluções devem estar associadas a estratégias específicas que dependam dos ocupantes, actividades e programa. Os factores seguintes podem ser úteis na consideração de diferentes escalas e questões, que facilitem a capacidade dos ocupantes para modificar e interagir com a qualidade do ar dos espaços interiores, com o ambiente térmico, luminoso e acústico.

Quadro 3-4 Ambiente Interior: Áreas e critérios de base considerados

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
CONFORTO AMBIENTAL	QUALIDADE DO AR	5%	S	Níveis de Qualidade do ar	C24
	CONFORTO TÉRMICO	5%	S	Conforto térmico	C25
4 C. / 15 %	ILUMINAÇÃO E ACÚSTICA	5%	S	Níveis de iluminação	C26
15%			S	Isolamento acústico/Níveis sonoros	C27

No que respeita, especificamente ao ambiente interior, os critérios de base focam os seguintes aspectos:

- **Níveis da qualidade do ar (C24)** - torna-se necessário avaliar os vários elementos susceptíveis de influenciar essa qualidade, quer a nível do interior, tais como os fenómenos de ventilação natural, a emissão de COV's e as micro contaminações, quer a nível do exterior, condições de vento e sobretudo os níveis de qualidade do ar.
- **Conforto térmico (C25)** – a questão do conforto é um elemento fundamental desde logo no edificado, e neste sentido pretende-se que se atinjam níveis de temperatura, de humidade e de velocidade do vento adequados, à ocupação e actividades, durante um certo período do ano, para a maioria dos ocupantes. Também no exterior criar condições de conforto adequadas face às actividades presentes é essencial.
- **Níveis de iluminação (C26)** – os níveis de iluminação ideais para os ambientes exteriores e interiores dos edifícios devem, acima de tudo, ter em consideração quer as actividades que se estão a desenvolver em cada área, quer as características dos ocupantes. A possibilidade de utilizar a iluminação natural para estes fins é importante.

- **Isolamento acústico/Níveis sonoros (C27)** – este critério pretende fomentar a utilização de isolamento acústico e a manutenção de níveis sonoros adequados às actividades, com vista a atingir níveis de conforto acústico no interior do edificado, minimizando o incómodo que poderia ser causado, caso os valores não estejam dentro dos parâmetros adequados.

#### Vertente: Adaptabilidade sócio - económica

A adaptabilidade Socio-Económica é uma vertente que relaciona directamente a sociedade com o espaço em que se esta se situa. Dos vários aspectos sociais e económicos que compõem esta interacção, fazem parte: a acessibilidade e mobilidade, que abrange o tipo e a facilidade de movimentos e deslocações realizados pela população; os custos no ciclo de vida que estabelecem uma relação mais adequada entre o preço e a qualidade; a qualidade e o tipo de amenidades que compõem o espaço e que têm influência na qualidade de vida da população; o tipo de interacção social que se fomenta entre a população; a diversidade económica que tal como o nome indica, abrange uma maior ou menor variedade de espaços com diferentes tipos de funções e economia; e por fim, o controlo e segurança que garante uma maior ou menor segurança da população e desta com o espaço envolvente.

Pretende-se que estes aspectos sejam abordados de forma a garantir uma estrutura sócio-económica mais versátil e eficiente para a qualidade de vida da população residente e vizinha.

Quadro 3-5 Adaptabilidade sócio - económica: Áreas e critérios de base considerados

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C	
ADAPTABILIDADE SÓCIO-ECONÓMICA	ACESSO PARA TODOS	5%	S	Acesso aos transportes Públicos	C28	
				Mobilidade de baixo impacte	C29	
				Acesso para todos - Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência	C30	
	CUSTOS NO CICLO DE VIDA	2%	S	Baixos custos no ciclo de vida	C31	
	DIVERSIDADE ECONÓMICA	4%	S	Flexibilidade - Adaptabilidade aos usos	C32	
				Dinâmica Económica	C33	
				Trabalho Local	C34	
	AMENIDADES E INTERACÇÃO SOCIAL	4%	S	Amenidades locais	C35	
				Acessibilidade e interacção com a comunidade	C36	
	12 C. / 18 % <b>18%</b>	CONTROLO E SEGURANÇA	3%	S	Capacidade de Controlo	C37
					Controlo dos riscos - Segurança (Safety)	C38
					Controlo das ameaças - Controlo da criminalidade (Security)	C39

No que respeita, especificamente à adaptabilidade sócio económica, os critérios de base focam os seguintes aspectos:

- **Acesso aos transportes públicos (C28)** – torna-se importante criar condições para a utilização destes tipos de transporte, preferencialmente os de carácter mais ecológico, valorizando-se a proximidade a transportes públicos ou a criação de meios de transporte ecológico no empreendimento, que assegurem o acesso até esse nó de transporte, ou complementem essa necessidade.
- **Mobilidade de baixo impacte (C29)** - reduzir a necessidade de transportes, promover a utilização de meios de locomoção que tenham baixos impactes, através da criação de infra-estruturas (pedonais, ciclo vias), nos edifícios, que permitam o seu uso e a existência de estacionamento, são aspectos importantes a desenvolver na mobilidade do edificado.
- **Acesso para todos – acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência (C30)** - é necessário desde logo eliminar as barreiras que muitas vezes existem nos edifícios e nos espaços exteriores, que impedem ou dificultam o acesso ao seu interior ou a partes deste, contribuindo para a alienação de parte das pessoas da sociedade. Tal poderá ser eliminado através da execução de um planeamento cuidado das construções e respectivas características, onde se criam zonas de acessibilidade para todos (começando pelas pessoas com necessidades especiais) numa procura de soluções inclusivas.
- **Baixos custos no ciclo de vida (C31)** - é num parâmetro essencial e fulcral para o sucesso e viabilidade de uma construção, visto ser uma forma de maximizar a rentabilidade do edificado e ambientes construídos e minimizar a sua manutenção. Deve-se ter em conta as várias fases dos edifícios (concepção, operação e demolição), no entanto, a mais preponderante é a fase de operação, dado o período mais longo em que ocorre.
- **Flexibilidade - adaptabilidade aos usos (C32)** - deve assegurar-se a existência de zonas modulares e ajustáveis às necessidades evolutivas, Este aspecto contribui para manter o ambiente construído ajustado às necessidades dos seus ocupantes, e evitar que o seu uso se torne obsoleto, ao fim de algum tempo.
- **Dinâmica económica (C33)** - torna-se importante a existência de serviços, zonas e edifícios que disponham de actividades económicas, incluindo uma parte acessíveis monetariamente permitindo, deste modo, assegurar actividades económicas e acesso a diferentes utentes.
- **Trabalho local (C34)** – É importante a possibilidade de haver postos de trabalho localizados nos ambientes construídos locais, de modo a evitar perdas de tempo nas deslocações permitindo uma melhor qualidade de vida, e a reduzir a poluição causada pelas deslocações pendulares dos seus ocupantes, caso o seu emprego não seja perto do local de residência. Com essas medidas, pretende-se também promover uma maior situação de conforto para essas mesmas pessoas.
- **Amenidades locais (C35)** - a proximidade dos utentes a estas amenidades deve ser entendida como uma mais-valia para os ambientais locais, e se o seu usufruto for racional e atender às capacidades dessas amenidades, cria-se uma relação win-win para as diferentes partes. Sugere-se a valorização das amenidades locais fomentando a sua presença e criação, a sua manutenção e o seu acesso nas proximidades, preservando as suas funções.

- **Acessibilidade e interação com a comunidade (C36)** - deverá ser possível à comunidade vizinha usufruir das infra-estruturas e espaços que sejam criados para o empreendimento ou edifício, e poderão até ser promovidas actividades (por exemplo, desportivas, culturais) que solicitem a participação dos ocupantes mas também que permitam a interacção destes com a comunidade adjacente, fomentando relações de proximidade.
  
- **Capacidade de controlo (C37)** - constitui um aspecto fundamental visto que os ocupantes devem ter a possibilidade de controlar os níveis de conforto consoante as suas necessidades (denominado por conforto adaptativo). Podem-se controlar funções no edificado como a ventilação (mecânica e natural) e os níveis de iluminação (artificial e natural), sendo que o controlo de ambos acaba por implicar o controlo da temperatura e humidade, concentração de poluentes e níveis de ruído, entre outros. No exterior as condições existentes através da possibilidade de criar zonas de sombra e protecção ao vento ou intempéries.
  
- **Controlo dos riscos (C38)** - a área e a forma do espaço condicionam de uma forma geral o tipo de uso, compreendendo-se assim que, um uso não adaptado a estas características do espaço pode pôr a utilização deste em risco. Os materiais constituintes do espaço e de um empreendimento podem também interferir com a segurança do utilizador e devem ser aplicados de uma forma segura e eficaz.
  
- **Controlo das ameaças (39)** - torna-se importante pensar bem no tipo de espaço que se propõe num empreendimento e nas suas possíveis vivências e utilizações, de modo a reduzir as condições em que podem ocorrer actos de criminalidade, vandalismo e outros.

#### **Vertente: Gestão Ambiental e Inovação**

A gestão dos aspectos ambientais, quer através da informação aos agentes envolvidos, quer através do sistema de gestão pode assegurar a consistência e concretização dos critérios e soluções com reflexos no desempenho ambiental, uma dinâmica de controlo e melhoria contínua ambiental dos empreendimentos e a promoção da inovação.

Entre os aspectos relevantes destacam-se: o nível de informação, a sensibilização e as condições de participação e governância dos utentes, sendo factores que contribuem para a disseminação das preocupações ambientais e garantem que os empreendimentos se encontram adaptados, ou têm a capacidade de se adaptar ao longo do tempo às necessidades dos seus ocupantes.

A adopção Sistemas de Gestão Ambiental e inovações de práticas, garantem um bom desempenho do edificado, bem como atestam a sua capacidade de adaptação ao longo do tempo e contribuição para as questões de sustentabilidade.

Quadro 3-6 Gestão Ambiental e Inovação: Áreas e critérios de base considerados

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
GESTÃO AMBIENTAL E INOVAÇÃO	GESTÃO AMBIENTAL	6%	S	Informação ambiental	C40
3 C. / 6 %				Sistema de gestão ambiental	C41
9%	INOVAÇÃO	3%		Inovações	C42

- **Informação ambiental (C40)** - é importante que a mesma esteja disponível, nomeadamente as especificações ambientais para que os agentes envolvidos (operários de construção, ocupantes, elementos da manutenção, etc.) compreendam, operem e mantenham os sistemas edificados da forma mais adequada.
- **Condições de participação e governância (C41)** – para os utentes de modo a que estes possam sugerir e participar activamente nas tomadas de decisão, que poderão inclusivamente mudar a sua qualidade/modo de vida e as suas condições de conforto, usufruto e vivência do ambiente construído.
- **Sistema de gestão ambiental (C42)** – deve ser adoptado um sistema de gestão ambiental e mecanismos de gestão ambiental adequados ao empreendimento, tratando-se de sistemas que podem contribuir para o desempenho do edifício, corroborando o seu bom desempenho ambiental.
- **Inovação de práticas, soluções ou integrações (C43)** - um dos elementos que se deve reforçar e incentivar, aquando da aplicação de soluções que promovam a sustentabilidade é a adopção de medidas completamente inovadoras que melhorem o desempenho ambiental nos critérios anteriormente sugeridos.

#### 4. Aplicar

A aplicação do LiderA é vocacionada para abranger as diferentes escalas espaciais, desde a escala urbana (Bairros), até aos edifícios e aos materiais. Para o efeito, o empreendimento deve respeitar os pré-requisitos e evidenciar um bom desempenho nos vários critérios que compõem o sistema de avaliação.

O sistema LiderA pode ser utilizado para desenvolver os planos, projectos e soluções construtivas sustentáveis, bem como para efectuar as suas respectivas avaliações, e obter um resultado final através da ponderação das diferentes áreas, resultante de um processo de inquérito aos vários agentes envolvidos no sector da construção e levantamento de dados no terreno.

É um sistema que pode ser aplicado nas várias fases, sendo particularmente relevante a sua aplicação na fase de concepção do mesmo, uma vez que se pode obter um valor de desempenho que poderá ser melhorado para a fase de construção.

A classificação final é obtida através da ponderação de classificações entre critérios, sendo atribuído um nível global de desempenho ambiental que se encaixa num dos escalões de avaliação, sendo que as avaliações iguais ou superiores a A, são aquelas que mais se evidenciam em termos de desempenho ambiental.

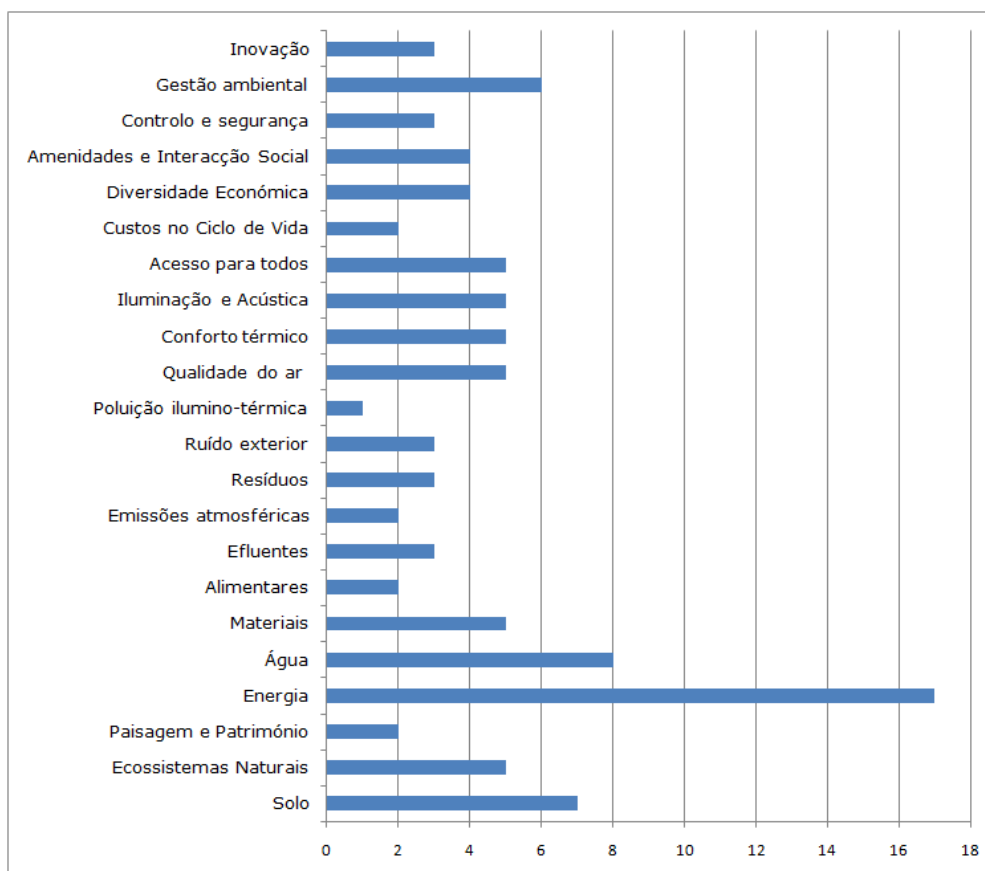


Figura 4-1 – Ponderação (em percentagem) para as 22 áreas do Sistema LiderA (V1.02)

O LiderA – Sistemas de avaliação da sustentabilidade é uma marca portuguesa registada pelo que como resultado da avaliação pode ser dado o reconhecimento ou certificação pelo registo desta marca para planos e projectos de diferentes finalidades.

Para efectuar o uso para desenvolvimento as entidades que pretendam efectuar a sua aplicação, devem acordar a forma de aplicação com a equipa de desenvolvimento do LiderA, tendo em vista disponibilizar os elementos para aplicação.

Para esse efeito deve ser contactado o coordenador do projecto através do email: [manuel.pinheiro@lidera.info](mailto:manuel.pinheiro@lidera.info). Informações mais detalhadas que complementem as presentes no site <http://www.lidera.info>.

Manuel Duarte Pinheiro, GdAmbiente / CEHIDRO/ DECivil/IST – 18 de Março 2009

## Referências

CIB - Conseil International du Bâtiment. (1999). Agenda 21 on sustainable construction. *CIB Publication 237*, 121 p. Rotterdam, Holland.

Pinheiro, M., Vieira, P., Miranda, A., Coelho, S. (2002). *Excelência Ambiental dos Empreendimentos. Sistemas de Requisitos*. Actas do Congresso Nacional de Engenharia de Estruturas - Estruturas 2002, Associação Portuguesa de Engenharia de Estruturas, pp. 115-126, Lisboa, Portugal.

Pinheiro, M. D. (2004, Outubro 27 - 29). *Linhas gerais de um sistema nacional de avaliação da construção sustentável*. 8ª Conferência Nacional do Ambiente, Centro Cultural de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Pinheiro, M.D., Correia, F., (2005). LiderA - Portuguese voluntary sustainable assessment building system (main lines). The 2005 Sustainable Building Conference in Tokyo 27-29 September (SB05 Tokyo), Tokyo, Japan.

Pinheiro, M.D. (Outubro, 2005). Guia de Enquadramento do LiderA (V1.01). Curso sobre Sistemas de Reconhecimento Ambiental da Construção Sustentável, FUNDEC / IST, 144 p., Lisboa, Portugal.

Pinheiro, M. D., (Revisão Correia, F., Branco, F., Guedes, M.) (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*, Instituto do Ambiente, 240 p., Amadora, Portugal.