



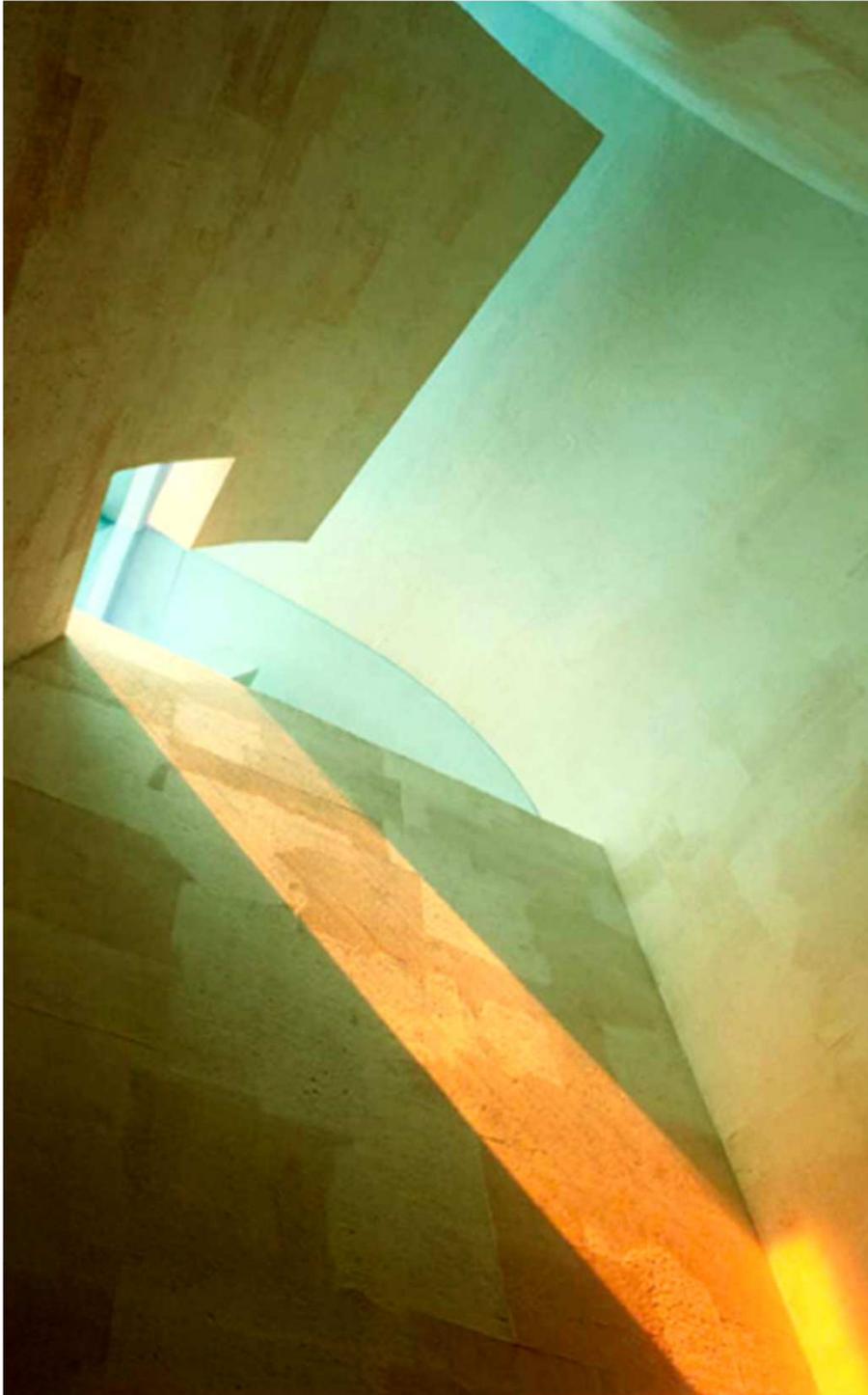
engenharia para a sociedade **investigação e inovação**  
**Cidades e Desenvolvimento**

LNEC, Lisboa, 18 – 20 junho 2012

# A Iluminação nos Edifícios no Contexto da Sustentabilidade e Eficiência Energética

António Santos

LNEC - DED / NAICI



# 1. INTRODUÇÃO

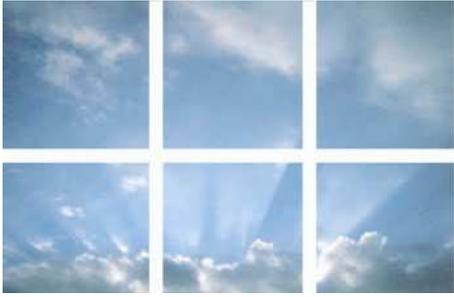
- Nos edifícios, a iluminação constitui um requisito funcional essencial
- Deverá possibilitar aos ocupantes a realização das diferentes actividades visuais que neles decorrem de um modo preciso, em segurança, e sem fadiga ou desconforto visual.
- A utilização consciente da iluminação natural deverá ainda contribuir para a criação de um ambiente luminoso agradável que reforce as condições, mais subjectivas, de conforto e bem-estar dos ocupantes



## 2. ENQUADRAMENTO

Principal característica da Iluminação Natural (IN):

- CARÁCTER DINÂMICO
  - > variações temporais (diárias e sazonais) e a
  - > variações nas condições de nebulosidade.
- As metodologias tradicionais de previsão do desempenho da IN nos edifícios e as métricas usadas para a sua quantificação (Factor de Luz do Dia, por ex.) **possuem limitações**
  - ↓
  - não permitem tomar em consideração, de modo eficaz e realista, as consequências das características dinâmicas da luz natural e em particular aquelas relacionadas com os impactes energéticos e com a influência dos ocupantes dos edifícios no desempenho final e real desses edifícios.



### 3. CARACTERIZAÇÃO DINÂMICA DA IN

Desenvolveu-se um **método integrado de caracterização e previsão realista do desempenho dinâmico das condições de iluminação natural nos edifícios.**

O método proposto considera:

- as características do clima luminoso no País (Sul da Europa);
- a garantia de um ambiente visual interior adequado e minimizador do desconforto visual;
- os impactes energéticos decorrentes do uso da luz natural;
- a influência do tipo de sistemas de controlo (IN, IA, Encand. Protec. Solar) e respectivas estratégias de controlo nas condições finais de iluminação e nos consumos energéticos;
- as expectativas, preferências, atitudes e comportamentos dos indivíduos para com as condições ambientais interiores e para com os sistemas de controlo ambientais de que dispõem;
- Métricas adequadas a uma caracterização dinâmica da IN.

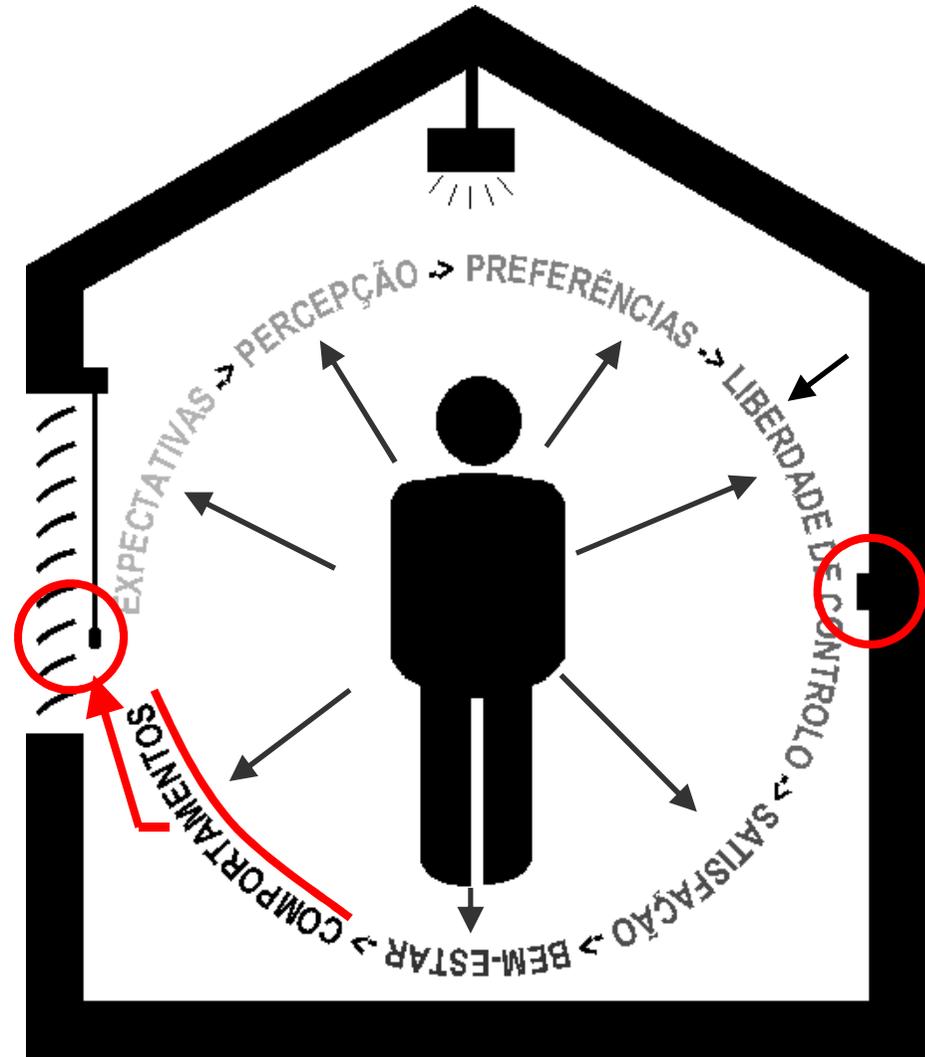
## INFLUÊNCIA DO INDIVÍDUO



### MODELO COMPORTAMENTAL

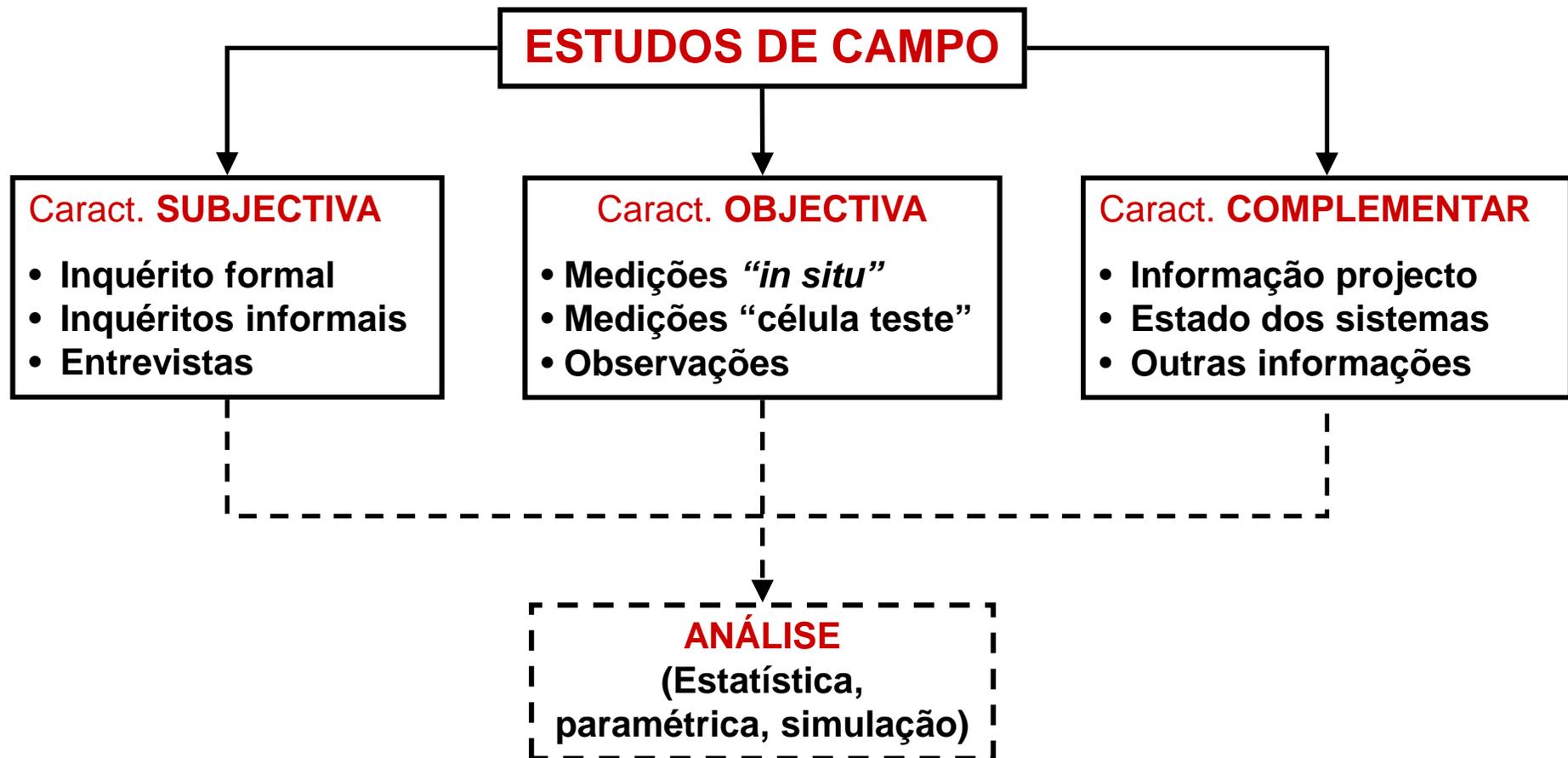


- integração (no modelo de cálculo) das **expectativas, preferências, e comportamentos** dos indivíduos para com a iluminação e respectivos sistemas de controlo.
- Integração => Perfis Comportamentais-Tipo => **influenciam:**
  - > Iluminâncias interiores finais
  - > Conforto térmico e visual
  - > Padrões de consumo de iluminação eléctrica



## 4. METODOLOGIA

### Metodologia Adoptada para a Caracterização Dinâmica do Ambiente Luminoso



# 4. METODOLOGIA (cont.) – O Modelo Comportamental

■ O Modelo Comportamental foi desenvolvido com base em:

- Inquérito por questionário formal
- Inquéritos e entrevistas informais
- Avaliações e observações “in situ” complementares

nos vários edifícios seleccionados

**II – Iluminação**

6. Prefere trabalhar com luz natural, com luz artificial ou com uma combinação de luz natural e artificial?  
 Luz natural     Luz artificial     Combinação de luz natural e luz artificial

7. Passa um considerável de tempo no seu local de trabalho?  
 Sim     Não  
 De e sua resposta foi Sim, diga: a. quão o utilizas:  Sempre     Frequentemente     Raramente  
 b. com que frequência o utilizas:  Sempre     Frequentemente     Raramente  
 De e sua resposta foi Não, acha que um cambio de secretária influenciará as suas condições de trabalho?  
 Sim     Não

8. De um modo geral como classificaria os níveis de **LUMINAÇÃO NATURAL** no seu Arbeitsplatz?  

	Desenvolvida	Muito	Luz	Pouca	Luz
	Luz	Luz	Suficiente	Luz	Insuficiente
a. No plano de trabalho (secretária, mesa, estendedor, etc.)	<input type="checkbox"/>				
b. No nível em geral	<input type="checkbox"/>				
c. Nos espaços de circulação adjacentes (caso existirem)	<input type="checkbox"/>				

9. Como classifica os níveis de **LUMINAÇÃO NATURAL** no seu Arbeitsplatz nos seguintes situações?  

	Desenvolvida	Muito	Luz	Pouca	Luz
	Luz	Luz	Suficiente	Luz	Insuficiente
a. Período de alta carga	<input type="checkbox"/>				
b. Período de alta completamente encoberto	<input type="checkbox"/>				

10. No seu sala, a **LUMINAÇÃO NATURAL** causa-lhe **incômodos**, perturbando o seu trabalho?  
 Sim     Não

10.1 - De responder Sim, quão se manifestam os problemas de encandecimento?  
 Sobres e secantes     No eixo do computador     Outras situações (diga quais, p/.)

10.2 - De responder Sim, Quais os síntomas e frequência do encandecimento?  

	Frequentemente	Às vezes	Ocasionalmente	Nunca
a. Luz dentro do eixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Luz do céu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Luz refletida em edifícios ou obstruções exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Superfícies interiores demasiado brilhantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Outras situações (p/ diga quais)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10.3 - De responder Sim, quão os períodos de incômodos, sob quais condições meteorológicas ocorrem e qual o seu grau de perturbação?  

	Desenvolvida	Muito	Luz	Pouca	Luz
	Luz	Luz	Suficiente	Luz	Insuficiente
a. Período de Arec:	<input type="checkbox"/>				
i. Vento	<input type="checkbox"/>				
ii. Inverno	<input type="checkbox"/>				
b. Período de dia:	<input type="checkbox"/>				
i. De manhã	<input type="checkbox"/>				
ii. O dia todo	<input type="checkbox"/>				
c. Condições Meteorológicas:	<input type="checkbox"/>				
i. Céu nublado	<input type="checkbox"/>				
ii. Céu encoberto	<input type="checkbox"/>				
d. Grau de perturbação:	<input type="checkbox"/>				
i. Perturba insignificante	<input type="checkbox"/>				
ii. Perturba moderadamente	<input type="checkbox"/>				
iii. Perturba bastante	<input type="checkbox"/>				

11. De um modo geral como classificaria os níveis de **LUMINAÇÃO ARTIFICIAL** no seu Arbeitsplatz?  

	Desenvolvida	Muito	Luz	Pouca	Luz
	Luz	Luz	Suficiente	Luz	Insuficiente
a. No plano de trabalho (secretária, mesa, estendedor, etc.)	<input type="checkbox"/>				
b. No nível em geral	<input type="checkbox"/>				
c. Nos espaços de circulação adjacentes (caso existirem)	<input type="checkbox"/>				



**1 - Informação Geral Sobre o Edifício**

Edifício: ESPÍRITO SANTO VIAGENS – Parque Nações    Tipo: Serviços    Perfil Ocup.: 9:00 – 18:00  
 Cond. Meteorológicas: Céu Encoberto    Data: 17/03/08    Hora: \_\_\_\_\_

**2 - Informação**

Piso / ID / PT / Loc: \_\_\_\_\_  
 Tipo de Espaço: \_\_\_\_\_  
 Obstruções: Int  
 Cores/Reflect: T  
 Altitudes: (Cores, A) \_\_\_\_\_  
 luz natural

**3 - ILUMINAÇÃO**

Esboço do Espaço (Orientação, Piso, Localização, Ocupantes, Disposição PT, Direções de visão, Tendas Visuais, Task Lighting, etc.)

**INQUÉRITO INFORMAL**

PI: Prefere trabalhar com luz natural, artificial ou uma combinação das duas?     IN     IA     IN + IA

P2: Qual a sua opinião relativamente às condições de iluminação no seu posto de trabalho? (adequadas, não adequadas, pouca luz, muita luz, etc.)

P3: Existem situações de encandecimento?     S     N

P4: Do seu posto de trabalho de trabalho, consegue ter a visão do exterior que desejar?     S     N

P5: Costuma trabalhar apenas com luz natural? (frequentemente, às vezes, ocasionalmente, nunca) (0-5) (0=sempre, 5=nenhuma)

P6: Considera importante poder controlar a entrada de luz pelas janelas?     S     N    (0-5)

P7: Como classificaria globalmente as condições ambientais interiores do seu local de trabalho:    (0-5)

P8: Há algo que particularmente lhe agrade / desagrade no seu local/Posto de trabalho:

P9: Se pudesse que medidas tomaria para melhorar as suas condições de conforto visual/Térmico (Posição, disposição mobiliário, aproximação à fachada, melhores condições PVAR, AVAR, câmara solarizada, melhores disp. somb.)



## 5. RESULTADOS

A informação resultante da análise comportamental e das avaliações “*in situ*” é apresentada na forma de **perfis de actuação-tipo** previsíveis em função das características funcionais dos edifícios/espacos e das condições de nebulosidade



**AUTOMÁTICO** - Sem intervenção dos ocupantes

**PASSIVO** - Os ocupantes não têm possibilidade ou liberdade para efectuar o controlo, embora tenham demonstrado vontade ou intenção de o fazerem

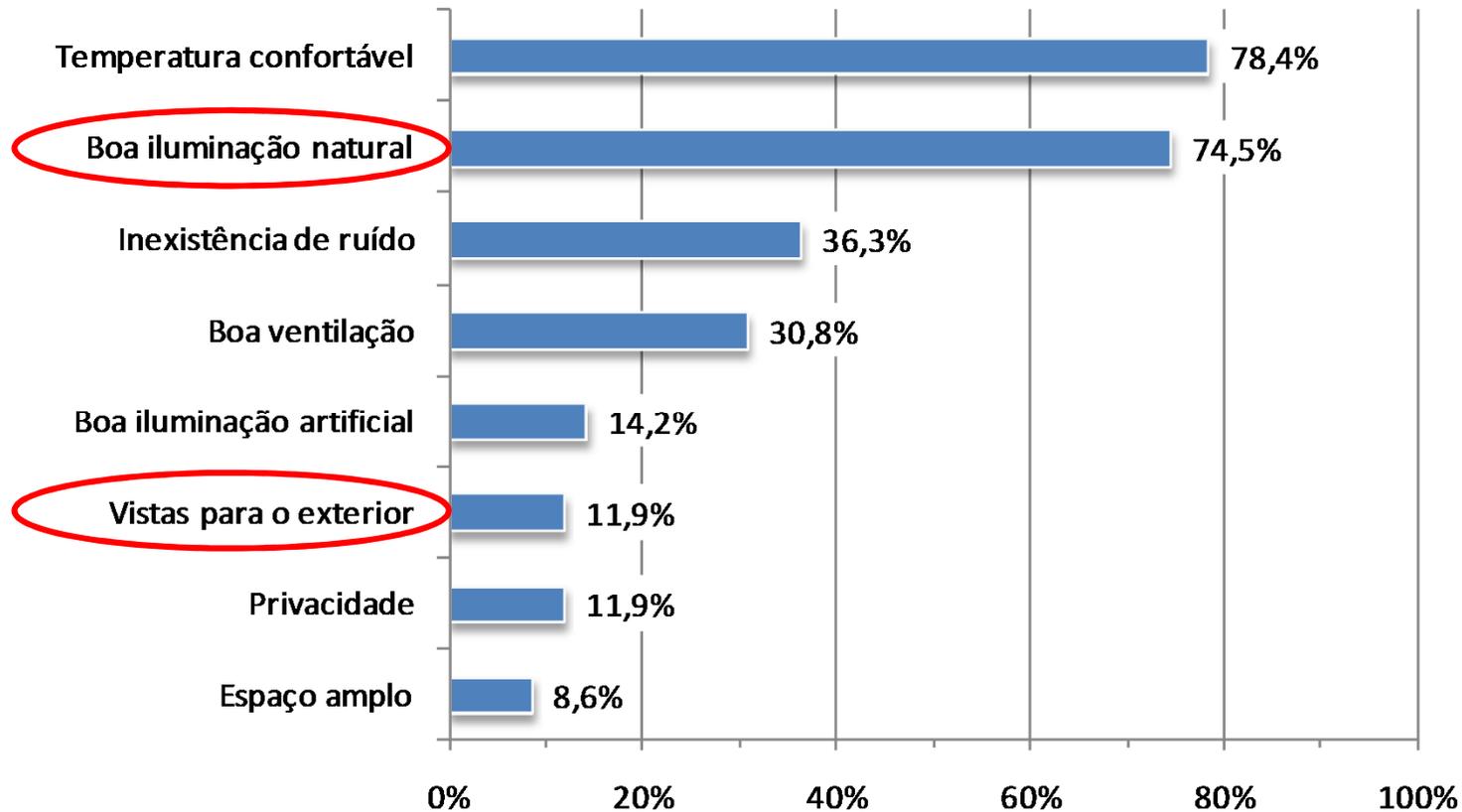
**PASSIVO COMPORTAMENTAL** - Pretende traduzir o comportamento dos indivíduos que embora possuam liberdade para actuar os controlos optam por não o fazer.

**ACTIVO PADRONIZADO** - Pretende traduzir o comportamento de ocupantes que accionam os dispositivos de controlo com pouca frequência

**ACTIVO DINÂMICO** - Pretende traduzir os comportamentos dos ocupantes **accionam os dispositivos de controlo** com **frequência**, e de forma **consistente**

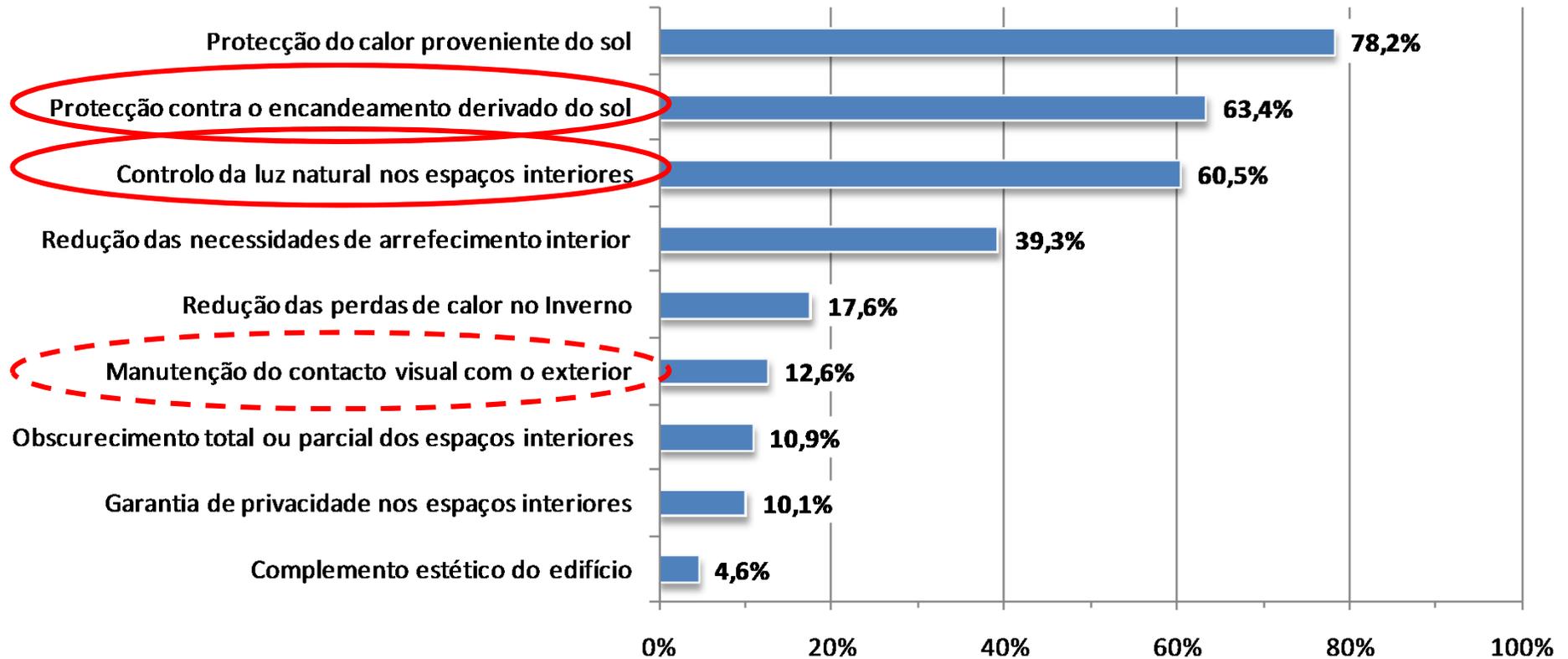
## 5. RESULTADOS (cont.)

### Principais factores que contribuem para tornar um local agradável - **PREFERÊNCIAS** (resposta múltipla)



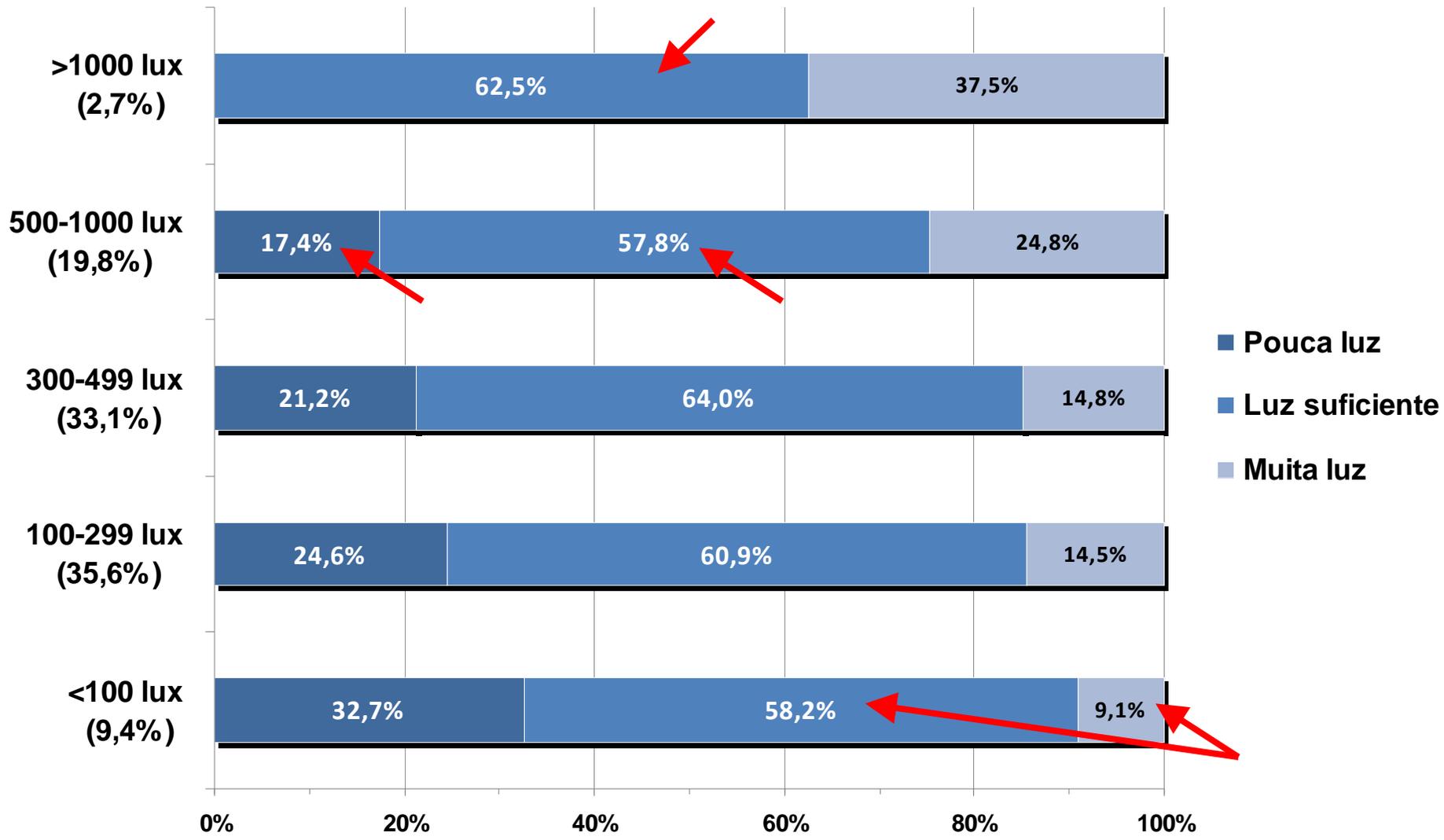
## 5. RESULTADOS (cont.)

### Principais funções dos **Dispositivos de Sombreamento** (resposta múltipla)



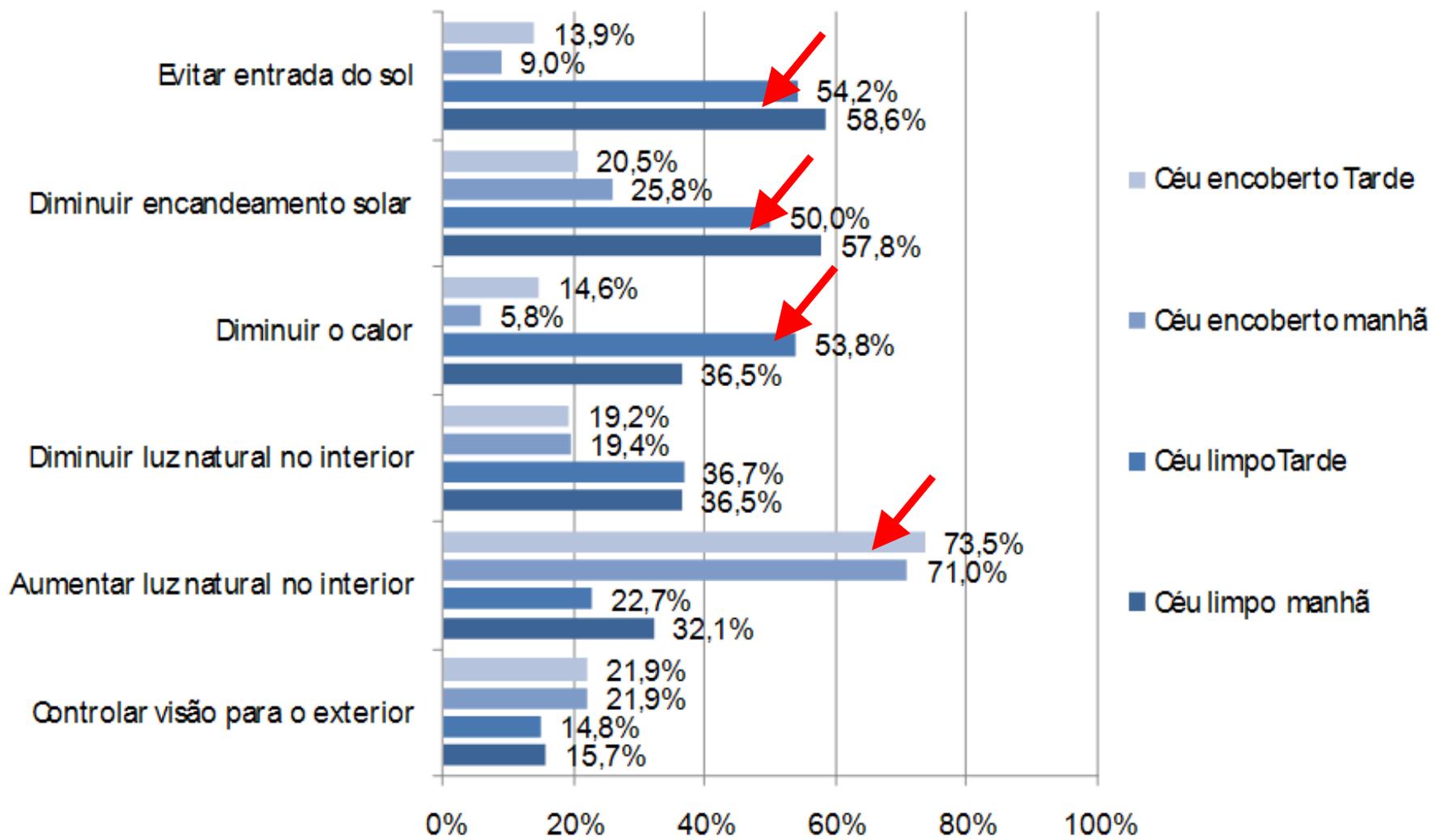
## 5. RESULTADOS (cont.)

### Percepção luminosa em função dos níveis de iluminação natural no posto de trabalho



## 5. RESULTADOS (cont.)

Razões que levam os inquiridos a **acturem os sombreamentos** ajustáveis de que dispõem **em função do período do dia e das condições de céu.**



## 6. CONCLUSÕES

- O método proposto permite obter informação relevante para a caracterização dinâmica da iluminação natural nos edifícios.
- A incorporação dos aspectos comportamentais e do efeito dos dispositivos de sombreamento permite potenciar a capacidade explicativa e de previsão das condições interiores de iluminação natural e das consequências energéticas realistas decorrentes do seu uso.
- **Os ocupantes preferem ambientes luminosos claros com luz natural abundante** e, de um modo geral, se possuírem um grau de liberdade elevado no controlo das condições de iluminação, usam primordialmente a luz natural em vez da luz artificial.
- A tipologia e características funcionais dos espaços constituem alguns dos principais constrangimentos da maximização do uso da luz natural.
- **Existe uma muito maior tolerância a problemas de desconforto visual devidos à luz natural do que devidos à iluminação artificial.**

## 6. CONCLUSÕES (cont.)

- Identificou-se uma tendência clara em aceitar como adequados ambientes com níveis iluminação natural mais baixos do que os de iluminação artificial.
- Foi possível confirmar a importância das vistas e do contacto visual com o exterior como elementos valorizadores das condições ambientais interiores;
- Dependendo do grau de liberdade na actuação dos dispositivos de sombreamento e da eficácia dos mesmos, de um modo geral, os indivíduos actuam conscientemente, numa base diária, os dispositivos de sombreamento ajustáveis de que dispõem em função das suas preferências e necessidades
- Identificou-se uma tendência para a existência de um padrão sazonal na actuação dos dispositivos de sombreamento em função da orientação dos vãos.
- A análise revelou ainda uma maior propensão para comportamentos activos no controlo dos sombreamentos do que no controlo da iluminação artificial.

## 7. INVESTIGAÇÃO FUTURA



- Validação/comparação dos resultados obtidos com outros métodos que incluam modelos comportamentais;
- Continuação da “construção” da base de dados com informação adicional;
- Desenvolvimento de um “**Método Simplificado**” de aplicação expedita;
- Continuação do estudo de outros tipos de **Dispositivos de Sombreamento** e desenvolvimento de um modelo numérico de previsão do desempenho dinâmico;
- Aplicação das **novas métricas** no projecto de edifícios (IHIN, CIN, NIE, IDDIN) e proposta de **regulamentação** com base na **influência real dos ocupantes**.

# Obrigado