



### Índice

|   |   |
|---|---|
| 1. Introdução.....                                    | 1 |
| 2. Inventário dos sistemas.....                       | 2 |
| 3. Avaliação das medidas de economia de energia ..... | 3 |
| 4. Plano de Acção .....                               | 6 |
| 5. Relatório .....                                    | 6 |
| Anexo .....   | 7 |

O projecto GreenBuilding tem o apoio do



Declaração de exoneração de responsabilidades da Comissão Europeia: a informação contida nesta publicação é da exclusiva responsabilidade dos seus autores e não coincide necessariamente com as da Comunidade. A Comissão Europeia não é responsável pela utilização que possa ser feita da informação incluída nesta publicação.

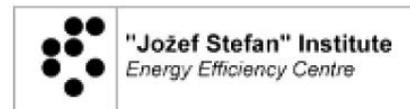
O consórcio do projecto GreenBuilding



AGÊNCIA PARA A ENERGIA



AUSTRIAN ENERGY AGENCY



## 1. Introdução

Ao tornar-se Parceiro GREENBUILDING (GB), a sua empresa poderá comprovar o seu compromisso com vista à redução significativa do consumo de energia em edifícios não-residenciais de que é proprietário e aderentes a esta iniciativa.

Como poderá verificar, seguidamente encontrará ajuda no processo de avaliação e aproveitamento do potencial de economias de energia no sector da iluminação<sup>1</sup>.

### **Potencial de economias de energia**

A iluminação tem um impacto substancial no consumo de energia em edifícios não-residenciais, sendo mesmo responsável por cerca de 40% da electricidade aí utilizada. Com o apoio de tecnologia moderna, podem ser alcançadas importantes economias de energia. Dependendo da situação existente, entre 30% a 50% da electricidade utilizada na iluminação poderá ser economizada investindo em sistemas de iluminação energeticamente eficientes.

### **Viabilidade económica**

Os investimentos de eficiência energética de um Parceiro GB deverão ter uma Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) de, pelo menos, 20%, calculada em relação a um período de 15 anos<sup>2</sup>. A TIR de investimentos em sistemas de iluminação energeticamente eficientes deverão exceder de forma significativa os 20%. Para além disso, os investimentos no sistema de iluminação não só são economicamente viáveis como melhoram a qualidade da iluminação. Adicionalmente, a reformulação do conceito de iluminação existente permitirá ao Parceiro cumprir, em simultâneo, com o estabelecido nos regulamentos<sup>3</sup> e normas<sup>4</sup> nacionais e europeias para o sector de iluminação.

A reabilitação ou a reformulação dos sistemas de iluminação deverá ser realizada caso os custos associados possam ser recuperados através das economias geradas resultantes das medidas implementadas (TIR > 20%) e a qualidade da iluminação seja mantida ou melhorada.

O presente documento é subsidiário das “Linhas de Orientação” GB, o qual define o âmbito do Plano de Acção do Parceiro, caso o seu compromisso inclua o sector da iluminação. Mais concretamente, explica o que deverá o Parceiro fazer em cada das seguintes etapas:

- **Inventário** dos equipamentos de iluminação e do modo de funcionamento dos sistemas;
- **Avaliação** da viabilidade de aplicação das medidas de eficiência energética;
- **Plano de Acção**, que define o que o Parceiro decidiu realizar para reduzir os custos de funcionamento através da melhoria da eficiência energética;
- **Relatório anual** de progresso sobre o Plano de Acção.

De referir que os documentos relativos ao Inventário e à Avaliação são do Parceiro (confidenciais), enquanto que o Plano de Acção e o Relatório Anual deverão ser reportados ao GB.

## 2. Inventário dos sistemas

Como primeiro passo na identificação das medidas de economias de energia aplicáveis, o Parceiro GB deve realizar um inventário do equipamento de iluminação e dos respectivos principais parâmetros de funcionamento. O inventário compreende 3 fases:

### a. Descrição do Sistema

Tendo em conta que as luminárias de um edifício podem ser numerosas e de características variadas, o registo e o agrupamento de dados deverão concentrar-se nos 3 ou 4 principais equipamentos de iluminação com maior potencial de economias de energia. Recomenda-se uma análise preliminar para a identificação prévia desses sistemas, sendo que a redução da sua diversidade pode bem resultar de uma avaliação de eficiência económica.

### b. Medição de parâmetros

A descrição é obtida a partir dos registos da empresa ou através da realização de simples medições por forma a reunir os seguintes dados:

1. Dados gerais (resumo) sobre o edifício;
2. Dados gerais sobre os sistemas de iluminação;
3. Informação específica sobre as lâmpadas (tipo, quantidade, tempo de vida útil, utilização específica, etc.);
4. Informação específica sobre os aparelhos de ligação e balastos (classes, perdas, etc.);
5. Informação relativa aos aspectos ópticos (distribuição da luz, reflectores, etc.);
6. Informação específica sobre os equipamentos de controlo;
7. Informação sobre número médio de horas de funcionamento.

O consumo de electricidade para iluminação normalmente não é objecto de medição individual. Dada a quantidade de luminárias, não é viável a medição detalhada de cada um dos equipamentos pelo que a informação sobre os consumos deverá ser obtida a partir dos catálogos dos fabricantes ou das fichas técnicas neles existentes. Neste caso, a medição pode ser limitada à determinação da quantidade de luz (em lux) e do regime de funcionamento.

Os dados recolhidos deverão permitir calcular a potência total instalada para iluminação [em kW] e o consumo anual de energia eléctrica para iluminação [em kWh/ano] do edifício. Os documentos em anexo poderão ser usados para a identificação aproximada das horas de iluminação a plena carga e do consumo de energia para iluminação da(s) instalação(ões).

A recolha desses dados deverá ser feita por pessoal qualificado da empresa ou por terceiros, p. ex., um Associado GREENBUILDING.

### **c. Indicadores de performance do sistema**

Tendo por base o consumo estimado de electricidade para iluminação, a eficiência energética dos sistemas de iluminação pode ser avaliada através dos seguintes indicadores gerais:

|   |
|---|
| 1. densidade de potência [ $\text{W/m}^2$ ] em conexão com os níveis de iluminância requeridos [em lx] <sup>5</sup> |
| 2. densidade de consumo de electricidade [em $\text{kWh/m}^2\text{a}$ ] <sup>5</sup>                                |
| 3. período (em horas) de iluminação a plena carga [em h/a] <sup>6</sup>   |

O conhecimento da potência total instalada ou do consumo anual de electricidade para iluminação apenas permite comparar a situação antes e depois da reabilitação, enquanto que a utilização dos 3 indicadores acima mencionados permite o benchmarking directo do sistema de iluminação. De referir no entanto que os indicadores de performance se aplicam em diferentes contextos, dependendo do tipo de ocupação dos edifícios.<sup>8</sup>

### **3. Avaliação das medidas de economia de energia**

Existem diversas situações que indiciam potencial de economias de energia: salas ou áreas com ocupação prolongada ou com um padrão de ocupação intermitente (boas condições para sensores de detecção de movimento), ausência de sistemas de controlo, tecnologias de iluminação pouco eficientes que podem ser substituídas por equipamento com melhores performances, ausência de um plano de manutenção, etc.

A melhoria da eficiência energética dos sistemas de iluminação passa pelo cumprimento das seguintes etapas:

1. selecção de lâmpadas economizadoras;
2. selecção de dispositivos de ligação (balastos) energeticamente eficientes;
3. melhoria das luminárias;
4. adopção de sistemas de controlo eficientes;
5. introdução/melhoria dos procedimentos de manutenção;
6. concepção do projecto de iluminação.

As economias de energia resultam de uma combinação óptima<sup>9</sup> de diferentes tipos de lâmpadas e dos respectivos equipamentos de suporte específicos (luminárias e balastos) e da forma como o sistema de iluminação é diariamente utilizado:<sup>10</sup>



**Lâmpadas incandescentes**, as mais utilizadas durante mais de 100 anos e em que a luz é obtida a partir do aquecimento por corrente eléctrica de um filamento, são as mais ineficientes já que 95% da electricidade é convertida em calor. As lâmpadas incandescentes, embora de baixo custo inicial e óptimo índice de restituição de cor, têm um curto período de tempo de vida útil (em média, aprox. 1000 horas). As lâmpadas de halogéneo (uma classe especial de lâmpadas incandescentes) são mais eficientes (20-50%).



**Lâmpadas fluorescentes** são lâmpadas de descarga, contendo pequenas quantidades de gás inerte e vapor de mercúrio de baixa pressão, sendo as mais comuns as fluorescentes e as compactas fluorescentes. Todas requerem balastos para o arranque e controlo do processo de iluminação. A eficiência das lâmpadas fluorescentes é 5 a 8 vezes superior ao das incandescentes e o tempo de vida é 10 ou mais vezes superior. As lâmpadas fluorescentes têm um custo inicial elevado e um índice de restituição de cor inferior em comparação

com as incandescentes mas **são as mais adequadas para edifícios de escritórios e espaços comerciais**. De realçar que dentro deste grupo de lâmpadas existem grandes diferenças em termos de eficiência (p. ex., as T5 são muito mais eficientes que as suas antecessoras, os modelos T8/T16). Por esse motivo, em muitos casos, a opção de substituição é aconselhável e economicamente viável.



**Outras lâmpadas de descarga** são as soluções de iluminação mais eficientes e existem diversos tipos. Por se verificarem grandes variações em termos de custo, vida útil, cor e qualidade da luz, é aconselhável o envolvimento de um perito no planeamento de qualquer intervenção. A utilização destas lâmpadas destina-se normalmente a aplicações específicas tais como iluminação de átrios e naves industriais (lâmpadas de vapor de mercúrio), vias de comunicação (lâmpadas de vapor de sódio)<sup>11 12</sup>, etc. A eficiência destas lâmpadas é

até 10 vezes superior ao das lâmpadas convencionais e todas elas requerem balastos electrónicos.

### **b. Dispositivos de conexão**

O balastro é um dispositivo de conexão entre a fonte de alimentação e uma ou mais lâmpadas fluorescentes ou de descarga e serve essencialmente para limitar a corrente ao valor estipulado para o seu correcto funcionamento e para garantir as condições necessárias ao arranque da(s) lâmpada(s). Existem dois tipos de balastos, os magnéticos e os electrónicos, sendo estes muito mais eficientes. Com a entrada em vigor da Directiva europeia 2000/55/EC sobre os requisitos de eficiência energética para os balastos para iluminação fluorescente, algumas classes de balastos foram ou deverão ser retiradas do mercado. Principais vantagens e benefícios dos balastos electrónicos:

- os balastros electrónicos têm perdas reduzidas e a operação de substituição de balastros magnéticos por aqueles tem um potencial de economias de energia de até 25%;
- a eficiência das lâmpadas fluorescentes é maior quando equipadas com balastros electrónicos, gerando cerca de mais 20% de luz;
- os balastros electrónicos proporcionam arranques mais suaves das lâmpadas, o que permite que estas tenham um período maior de vida útil e custos de manutenção mais reduzidos;
- os balastros electrónicos podem alimentar até quatro lâmpadas enquanto que os seus congéneres magnéticos apenas o conseguem fazer a uma ou duas lâmpadas;
- as lâmpadas fluorescentes alimentadas por balastros magnéticos cintilam 100 vezes por segundo, enquanto que as que o são por balastros electrónicos o fazem mais de 40.000 vezes por segundo, fenómeno este imperceptível ao olho humano.

Os balastros podem mas não devem estar integrados nas luminárias. Apenas as lâmpadas fluorescentes compactas possuem um balastro total ou parcialmente integrado por forma a que possam ser utilizadas em suportes concebidos para lâmpadas incandescentes.

### **c. Luminárias**

A melhoria da eficiência das luminárias modernas resultou do design para elas adoptado, constatando-se que as equipadas com reflectores revestidos a branco têm uma reflectância de cerca de 70%, enquanto que nas revestidas a alumínio esse valor pode chegar aos 95%. A reabilitação de instalações através da utilização de equipamento moderno pode conduzir a significativas economias de energia para além da melhoria das condições visuais (e.g. eliminação de reflexos luminosos provenientes do écran do computador). Grande parte das luminárias modernas possuem sistemas reflectores com um design cuidado que permite direccionar a luz de forma apropriada e que seja necessário um menor número de lâmpadas ou luminárias para obter um determinado nível de iluminância. É possível melhorar a eficiência de luminárias antigas através da substituição de difusores prismáticos por sistemas reflectores. Em alternativa, podem ser adicionados reflectores à luminária, conservando as componentes de controlo da iluminação existentes. Em certos casos, esta intervenção pode ser acompanhada pela redução do número de lâmpadas que garantem o mesmo nível de iluminância, com a consequente redução do consumo de energia (estima-se que podem ser alcançadas economias de energia entre 20 e 50% através da melhoria dos reflectores e das grelhas de protecção).

### **d. Sistemas de controlo**

A opção por sistemas de controlo apropriados pode permitir alcançar importantes economias de energia, com reduções entre 30% e 50% do consumo de energia para iluminação em escritórios e períodos de retorno do investimento de 2 a 4 anos.

Os equipamentos de controlo são dispositivos que regulam o funcionamento dos sistemas de iluminação em resposta a um sinal externo (contacto manual, ocupação, relógio, nível de iluminação, etc.), destacando-se os seguintes:

- interruptor manual localizado;
- controlo da ocupação de espaços;
- controlo horário em função da utilização dos espaços;
- controlo em função da iluminação natural.

O impacto do accionamento automático ou manual é normalmente negligenciável, sendo largamente compensado pelas economias de energia associadas. A escolha de um sistema de iluminação equipado com balastros electrónicos de alta qualidade (ver acima) tornará mesmo insignificante esse impacto.

Os sistemas de controlo da iluminação podem combinar várias estratégias já aqui delineadas. Para além dos detectores de ocupação de espaço, as luminárias podem ser equipadas com sensores/reguladores da iluminação natural. Esta solução pode resolver o problema de espaços com determinadas configurações ou de outros onde o controlo centralizado seja de difícil implementação.

É importante que os utilizadores de um determinado espaço estejam conscientes da existência de um sistema de controlo da iluminação, do seu modo de funcionamento e de como poderão com ele interagir. Tal facto é particularmente relevante em instalações que foram ou venham a ser objecto de reabilitação já que se podem gerar grandes resistências se os respectivos utilizadores não forem consultados e integralmente informados acerca do novo sistema.

#### **e. Manutenção**

Com o tempo, as luminárias ganham sujidade e a própria intensidade luminosa das lâmpadas diminui, motivo pelo qual a iluminância da instalação decresce. A falta de manutenção implica a diminuição do rendimento do sistema de iluminação, com as consequentes perdas em termos energéticos e financeiros. A manutenção de muitas instalações é deficiente e este é um aspecto que deve ser levado em consideração desde a fase de projecto da instalação. A

simples limpeza das lâmpadas e das luminárias é suficiente para melhorar substancialmente a iluminação e a eficiência energética da instalação. As luminárias de fácil acesso são as mais adequadas para a realização de limpezas regulares e substituição de lâmpadas. Algumas luminárias são concebidas por forma a reduzir significativamente as necessidades de manutenção, p. ex., luminárias auto-ventiladas resistem melhor à acumulação de pó nas superfícies ópticas.

#### **f. Projecto de iluminação & Gestão de Energia**

A melhoria da eficiência energética e a redução de custos podem ser obtidas desde que o projecto de iluminação seja concebido por forma a cumprir com as especificações técnicas definidas. Tal pode ser alcançado através de um sistema de iluminação localizado em que as luminárias se destinam a servir postos de trabalho específicos. Em alternativa, poderá ser instalado um conjunto uniforme de luminárias e ajustar a quantidade de luz de cada uma delas ao nível de iluminação requerido para o espaço em referência.

A iluminação natural de um edifício afecta consideravelmente o aspecto dos espaços interiores e pode ter importantes implicações no que se refere à eficiência energética. Os utilizadores de um edifício, de uma maneira geral, preferem espaços com boa iluminação natural, desde que sejam evitados problemas como o encandeamento e o sobreaquecimento. Para aproveitar integralmente os benefícios da iluminação natural, é importante assegurar que a iluminação artificial esteja desligada sempre que aquela providencie adequada iluminação, o que pode ser conseguido através da utilização de sistemas de controlo apropriados e que podem envolver algum grau de automação.

Para além disso, um sistema de iluminação eficiente tem efeitos colaterais positivos: ao reduzir-se o consumo de electricidade para iluminação, diminui-se simultaneamente a carga térmica (associada à iluminação) do edifício. O mesmo acontece nos edifícios dotados de ar condicionado onde se verificará uma redução do consumo de energia para arrefecimento.

Por último, a melhoria da qualidade da iluminação no local de trabalho provocará também um aumento da produtividade.

## 4. Plano de Acção

Tal como proposto no Anexo 1, o Plano de Acção da sua empresa para os sistemas de iluminação deverá indicar:

- as medidas seleccionadas para implementação;
- a calendarização para a sua implementação;
- as economias de energia expectáveis;
- as razões para a não selecção de outras medidas.

O Plano de Acção é apresentado ao GreenBuilding e após aprovação de todas actividades nele propostas, a sua organização será reconhecida como Parceiro GreenBuilding.

## 5. Relatório

O Relatório Anual para o GreenBuilding descreve o progresso verificado com a execução do Plano de Acção. Deverá ser seguido o modelo de relatório apresentado no Anexo 2. As duas colunas da esquerda são copiadas do Plano de Acção do Parceiro.

## Anexo 1: Plano de Acção para os Sistemas de Iluminação

| Medidas de Economia de Energia   | Viabilidade <sup>(1)</sup> | Acções Específicas <sup>(2)</sup> | % Âmbito da intervenção <sup>(3)</sup> | Cronograma <sup>(4)</sup> | Economias expectáveis MWh/ano <sup>(5)</sup> |
|--|----------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------|--|
| <b>Seleção de lâmpadas economizadoras</b>  |                            |                                   |  |                           |  |
| Substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes   |                            |                                   |  |                           |  |
| Substituição de lâmpadas incandescentes por outras lâmpadas de descarga  |                            |                                   |  |                           |  |
|  |                            |                                   |  |                           |  |
| <b>Dispositivos de ligação</b>   |                            |                                   |  |                           |  |
| Substituição de balastros magnéticos por balastros electrónicos  |                            |                                   |  |                           |  |
|  |                            |                                   |  |                           |  |
| <b>Melhoria das luminárias</b>   |                            |                                   |  |                           |  |
| Substituição de reflectores brancos por reflectores de alumínio  |                            |                                   |  |                           |  |
| Introdução de luminárias com foco orientado, com redução do número de luminárias necessárias                               |                            |                                   |  |                           |  |
| Melhoria das luminárias existentes através da substituição de difusores ou grelhas prismáticas por sistemas de reflectores |                            |                                   |  |                           |  |
|  |                            |                                   |  |                           |  |
| <b>Sistemas de Controlo</b>  |                            |                                   |  |                           |  |
| Introdução de detectores de presença   |                            |                                   |  |                           |  |
| Introdução de controlos horários   |                            |                                   |  |                           |  |
| Introdução de controlo função da iluminação natural  |                            |                                   |  |                           |  |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| <b>Manutenção</b>  |  |  |  |  |  |
| Limpeza regular das luminárias                                 |  |  |  |  |  |
| Substituição de lâmpadas velhas com baixo nível de iluminância |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| <b>Projecto</b>  |  |  |  |  |  |
| 'Iluminação localizada', p. ex., de postos de trabalho         |  |  |  |  |  |
| Aumento/reforço da utilização da iluminação natural            |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

(1) **Viabilidade.** indicar obstáculos à sua aplicação recorrendo aos seguintes códigos:

NA Não aplicável por razões técnicas

NP Não lucrativo

NC Não considerada em virtude da avaliação ser muito dispendiosa

Caso este campo seja deixada em branco, pressupõe-se que a medida é aplicável e lucrativa.

(2) **Ações específicas.** Podem ser adoptadas diversas acções específicas para a implementação de uma medidas de economia de energia. Por exemplo, especificar por que tipo de lâmpada foram substituídas as lâmpadas incandescentes ou fluorescentes existentes (p. ex., substituição de T16 por T5).

(3) **% âmbito da intervenção.** Se a proposta de compromisso do Parceiro abranger diversos sistemas de iluminação, esta coluna deverá ser usada para indicar a proporção de sistemas nos quais irão ser implementadas as acções específicas. Tal poderá ser avaliado de acordo com o indicador mais conveniente: número de sistemas; potência; consumo de energia. Especificar o indicador escolhido utilizando: "%"; "%kW", "%kWh".

(4) **Cronograma.** A calendarização da intervenção deverá ser especificada (período ou data) ou ser referido que a mesma esta dependente de outra intervenção, por exemplo, "Após a substituição de uma luminária", ou "Após a reabilitação do piso".

(5) **Economias expectáveis** em MWh/ano. Muitas vezes serão uma estimativa baseada em pressupostos geralmente aceites.

## Anexo 2: Modelo de Relatório para Sistemas de Iluminação

| Plano de Acção aprovado   |                                      | Relatório anual para o ano 20xx   |
|---|--------------------------------------|---|
| Acções propostas para a implementação de medidas de eficiência energética | Calendarização proposta para a acção | Progresso na execução da acção, em percentagem, e comentários sempre que apropriado (1) |
| <b><i>Seleção de equipamento eficiente</i></b>                            |                                      |   |
| Acção 1   |                                      |   |
| Acção 2   |                                      |   |
| ...   |                                      |   |
| <b><i>Seleção de dispositivos eficientes</i></b>                          |                                      |   |
| ...   |                                      |   |
| <b><i>Potencial de economias de energia</i></b>                           |                                      |   |
| ...   |                                      |   |

(1) A **percentagem alcançada** pode dizer respeito a um indicador como, por exemplo, a proporção de sistemas cuja acção específica constante do Plano de Acção tenha sido integralmente executada.

Os Parceiros poderão considerar útil a elaboração de uma Síntese dos resultados do Plano de Acção. Assim, são convidados a (voluntariamente) submeter a seguinte Síntese ao GREENBUILDING.

| Síntese do relatório anual  |                     |          |
|---|---------------------|----------|
|   | Desde o compromisso | Este ano |
| Percentagem realizada das ações do Plano de Ação  |                     |          |
| Investimento total estimado (keuros) <sup>(1)</sup>   |                     |          |
| Estimativa de custos de O&M evitados (keuros) <sup>(1)</sup>  |                     |          |
| Estimativa de economias de energia (MWh) <sup>(2)</sup>   |                     |          |
| Número de postos de trabalho  |                     |          |
| Custos de energia com a iluminação por posto de trabalho (valor indicativo (Euros/posto de trabalho) <sup>(3)</sup> |                     |          |

(1) Os custos de **Investimento e O&M** são estimativas das despesas que seriam realizadas caso não existisse o compromisso (GB) do Parceiro. Exemplos desses custos são o investimento adicional associado à aquisição de equipamento com melhor performance energética ou aumento/diminuição dos custos de manutenção.

(2) As **economias de energia** são estimadas em função da percentagem de implementação das medidas bem como do aumento/diminuição do número de equipamentos.

(3) Os **custos de energia com a iluminação por posto de trabalho** é um indicador relevante para aferição do uso eficiente de IT.

### Anexo 3: Iluminância e densidade de potência para iluminação

#### Indicador de performance n.º 1

| valores nominais de<br>iluminância | Valores de referência para densidade de potência para<br>iluminação |                        |
|------------------------------------|---|------------------------|
|                                    | padrão  | eficiente              |
| 50 lux                             | 3.2 W /m <sup>2</sup>   | 2.5 W /m <sup>2</sup>  |
| 100 lux                            | 4.5 W /m <sup>2</sup>   | 3.5 W /m <sup>2</sup>  |
| 300 lux                            | 10.0 W /m <sup>2</sup>  | 7.5 W /m <sup>2</sup>  |
| 500 lux                            | 15.0 W /m <sup>2</sup>  | 11.0 W /m <sup>2</sup> |
| 750 lux                            | 20.0 W /m <sup>2</sup>  | 16.0 W /m <sup>2</sup> |
| 1000 lux                           | 25.0 W /m <sup>2</sup>  | 21.0 W /m <sup>2</sup> |

Valores de referência para a densidade de potência para iluminação em conexão com os valores de iluminância. **O objectivo é conseguir o valor de iluminância correspondente à densidade indicada na coluna da direita.**<sup>13</sup>

## Anexo 4: Consumo de energia e valores máximos/referência para o consumo de energia por área

### Indicador de performance n.º 2

| Ocupação              | Período de funcionamento [h/a] | Iluminância (valores nominais) [Lux] | Iluminação natural * | Frequência de utilização | Valores máximos [kWh/m2a] | Valores de referência [kWh/m2a] |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Escritório            | 2750                           | 300                                  | predominante         | contínua                 | 10                        | 3,5                             |
|                       |                                | 500                                  | parcialmente         | contínua                 | 22                        | 12                              |
|                       |                                | 500                                  | não utilizada        | contínua                 | 40                        | 25                              |
| Escritório open space |                                | 750                                  | não utilizada        | contínua                 | 55                        | 35                              |
| Sala de aulas         | 2000                           | 300                                  | predominante         | frequente                | 7.5                       | 3                               |
|                       |                                | 500                                  | parcialmente         | frequente                | 15                        | 8                               |
|                       |                                | 500                                  | não utilizada        | frequente                | 30                        | 20                              |
| Pavilhão desportivo   | 2000                           | 300                                  | parcialmente         | frequente                | 10                        | 5.5                             |
| Loja (comércio)       | 3600                           | 300                                  | não utilizada        | contínua                 | 35                        | 25                              |
|                       |                                |                                      | não utilizada        | contínua                 | 55                        | 42                              |
| Restaurante           | 3600                           | 200                                  | predominante         | frequente                | 9                         | 6                               |
|                       |                                | 200                                  | parcialmente         | frequente                | 13                        | 7                               |
|                       |                                | 200                                  | não utilizada        | frequente                | 16                        | 11                              |

|   |          |     |               |           |     |     |
|---|----------|-----|---------------|-----------|-----|-----|
| Quarto de hotel   | 2000     | 200 | predominante  |           | 3.5 | 2   |
| Hospital  | 8760     | 200 | predominante  |           | 10  | 5   |
| Iluminação pública  | 2750     | 100 | predominante  | frequente | 4.5 | 1.8 |
|   |          | 100 | não utilizada | frequente | 12  | 8   |
| Armazéns  | 2750     | 100 | não utilizada | pequena   | 2.2 | 1.0 |
|   |          | 100 | não utilizada | frequente | 4.5 | 2.5 |
|   |          | 200 | não utilizada | contínua  | 18  | 11  |
| Garagem (oficinas de reparação)   | 2750     | 300 | predominante  | contínua  | 10  | 3.5 |
|   |          | 300 | parcialmente  | contínua  | 15  | 8   |
| Parques de estacionamento   | 2750 **  | 100 | não utilizada | frequente | 12  | 7.5 |
|   | 6500 *** | 100 | não utilizada | frequente | 28  | 18  |
| <p>* predominantemente iluminado” significa: distância para a janela &lt; 5 m e proporção superfície envidraçada/superfície do piso &gt; 30%</p> <p>** parques de estacionamento privados em edifícios de escritórios</p> <p>*** parques de estacionamento públicos</p> |          |     |               |           |     |     |

Tabela 2: valores de referência e máximos do consumo de electricidade para iluminação em edifícios não-residenciais na Alemanha.<sup>14</sup>

## Anexo 5: Valores de referência padrão e eficiente para os períodos de iluminação a plena carga

### Indicador de performance n.º 3

| Ocupação        | Período de funcionamento [h/a] | Iluminância (valores nominais) [Lux] | Iluminação natural * | Frequência de utilização | Valores de referência para períodos de iluminação a plena carga |                 |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|---|-----------------|
|                 |                                |                                      |                      |                          | padrão [h/a]  | eficiente [h/a] |
| Escritório      | 2750                           | 300                                  | predominante         | contínua                 | 1000  | 500             |
|                 |                                | 500                                  | parcialmente         | contínua                 | 1500  | 1100            |
|                 |                                | 500                                  | não utilizada        | contínua                 | 2750  | 2400            |
|                 |                                | 750                                  | não utilizada        | contínua                 | 2750  | 2400            |
| Sala de aulas   | 2000                           | 300                                  | predominante         | frequente                | 750   | 400             |
|                 |                                | 500                                  | parcialmente         | frequente                | 1000  | 750             |
|                 |                                | 500                                  | não utilizada        | frequente                | 2000  | 1800            |
| Loja (comércio) | 3600                           |                                      |                      | contínua                 | 3600  | 3000            |
| Restaurante     | 3600                           | 200                                  | predominante         | frequente                | 2000  | 1700            |
|                 |                                | 200                                  | parcialmente         | frequente                | 3000  | 2000            |
|                 |                                | 200                                  | não utilizada        | frequente                | 3600  | 3300            |

|   |                     |            |                                |                        |                     |                    |
|---|---------------------|------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|
| Quarto de hotel   | 2000                | 200        | predominante                   |                        | 500                 | 400                |
| Hospital  | 8760                | 200        | predominante                   |                        | 1500                | 1000               |
| Iluminação pública  | 2750                | 100        | predominante<br>não utilizada  | frequente<br>frequente | 1000<br>2750        | 500<br>2400        |
| Armazéns  | 2750                |            | não utilizada<br>não utilizada | pequena<br>frequente   | 500<br>1000<br>2750 | 300<br>750<br>2200 |
| Garagem (oficinas de reparação)   | 2750                | 300<br>300 | predominante<br>parcialmente   | contínua<br>contínua   | 1000<br>1500        | 500<br>1100        |
| Parques de estacionamento   | 2750 **<br>6500 *** |            | não utilizada<br>não utilizada | frequente<br>frequente | 2750<br>6500        | 2200<br>5500       |
| <p>* predominantemente iluminado” significa: distância para a janela &lt; 5 m e proporção superfície envidraçada/superfície do piso &gt; 30%</p> <p>** parques de estacionamento privados em edifícios de escritórios</p> <p>*** parques de estacionamento públicos</p> |                     |            |                                |                        |                     |                    |

Valores de referência padrão e eficientes para iluminação a plena carga em edifícios não-residenciais na Alemanha.<sup>15</sup>