

Este texto constitui um instrumento de documentação e não tem qualquer efeito jurídico. As Instituições da União não assumem qualquer responsabilidade pelo respetivo conteúdo. As versões dos atos relevantes que fazem fé, incluindo os respetivos preâmbulos, são as publicadas no Jornal Oficial da União Europeia e encontram-se disponíveis no EUR-Lex. É possível aceder diretamente a esses textos oficiais através das ligações incluídas no presente documento

► **B** **DIRECTIVA 2006/25/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO**
de 5 de Abril de 2006

relativa às prescrições mínimas de saúde e segurança em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (radiação óptica artificial) (19.^a directiva especial na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE)

(JO L 114 de 27.4.2006, p. 38)

Alterada por:

		Jornal Oficial		
		n.º	página	data
► <u>M1</u>	Directiva 2007/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de Junho de 2007	L 165	21	27.6.2007
► <u>M2</u>	Regulamento (CE) n.º 1137/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de Outubro de 2008	L 311	1	21.11.2008
► <u>M3</u>	Diretiva 2013/64/UE do Conselho de 17 de dezembro de 2013	L 353	8	28.12.2013
► <u>M4</u>	Regulamento (UE) 2019/1243 do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de junho de 2019	L 198	241	25.7.2019



DIRECTIVA 2006/25/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO

de 5 de Abril de 2006

relativa às prescrições mínimas de saúde e segurança em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (radiação óptica artificial) (19.^a directiva especial na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE)

SECÇÃO I

DISPOSIÇÕES GERAIS

Artigo 1.º

Objecto e âmbito de aplicação

1. A presente directiva, que constitui a 19.^a directiva especial na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE, estabelece as prescrições mínimas em matéria de protecção dos trabalhadores contra os riscos para a sua saúde e segurança a que estão ou podem vir a estar sujeitos devido à exposição a radiações ópticas artificiais durante o trabalho.

2. A presente directiva tem por objecto o risco para a saúde e a segurança dos trabalhadores devido aos efeitos prejudiciais causados nos olhos e na pele pela exposição a radiações ópticas artificiais.

3. A Directiva 89/391/CEE aplica-se integralmente a todo o domínio referido no n.º 1, sem prejuízo de disposições mais restritivas e/ou mais específicas da presente directiva.

Artigo 2.º

Definições

Para os efeitos da presente directiva, aplicam-se as seguintes definições:

- a) «Radiação óptica»: qualquer radiação electromagnética na gama de comprimentos de onda entre 100 nm e 1 mm. O espectro da radiação óptica divide-se em radiação ultravioleta, radiação visível e radiação infravermelha:
 - i) «Radiação ultravioleta»: radiação óptica com comprimentos de onda entre 100 nm e 400 nm. A região ultravioleta divide-se em UVA (315–400 nm), UVB (280–315 nm) e UVC (100–280 nm),
 - ii) «Radiação visível»: radiação óptica com comprimentos de onda entre 380 e 780 nm,
 - iii) «Radiação infravermelha»: radiação óptica com comprimentos de onda entre 780 nm e 1 mm. A região infravermelha divide-se em IVA (780–1 400 nm), IVB (1 400–3 000 nm) e IVC (3 000 nm–1 mm);
- b) «Laser (amplificação de luz por emissão estimulada de radiação)»: qualquer dispositivo susceptível de produzir ou amplificar uma radiação electromagnética na gama de comprimentos de onda da radiação óptica, essencialmente pelo processo da emissão estimulada controlada;

▼B

- c) «Radiação laser»: radiação óptica proveniente de um laser;
- d) «Radiação não-coerente»: qualquer radiação óptica, com excepção da radiação laser;
- e) «Valores-limite de exposição (VLE)»: limites relativos à exposição a radiações ópticas directamente baseados em efeitos já estabelecidos sobre a saúde e em considerações biológicas. A observância destes limites garantirá a protecção dos trabalhadores expostos a fontes artificiais de radiações ópticas contra todos os efeitos prejudiciais conhecidos para a saúde;
- f) «Irradiância (E) ou densidade de potência»: o poder radiante incidente por unidade de superfície sobre uma superfície, expresso em watts por metro quadrado (W m^{-2});
- g) «Exposição radiante (H)»: o integral da irradiância em ordem ao tempo, expresso em joules por metro quadrado (J m^{-2});
- h) «Radiância (L)»: o fluxo radiante ou a potência de saída por unidade de ângulo sólido por unidade de superfície, expresso em watts por metro quadrado por esterradiano ($\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$);
- i) «Nível»: a combinação de irradiância, exposição radiante e radiância a que o trabalhador está exposto.

*Artigo 3.º***Valores-limite de exposição**

1. Os valores-limite de exposição para radiações não-coerentes, com excepção das emitidas por fontes naturais de radiação óptica, são os fixados no anexo I.
2. Os valores-limite de exposição para radiações laser são os fixados no anexo II.

SECÇÃO II

OBRIGAÇÕES DOS EMPREGADORES*Artigo 4.º***Determinação da exposição e avaliação de riscos**

1. No cumprimento das obrigações constantes no n.º 3 do artigo 6.º e do n.º 1 do artigo 9.º da Directiva 89/391/CEE, o empregador, no que respeita aos trabalhadores expostos a fontes artificiais de radiações ópticas, deve avaliar e, se for caso disso, medir e/ou calcular os níveis a radiações ópticas a que os trabalhadores possam estar expostos, a fim de que as medidas necessárias para reduzir a exposição aos limites aplicáveis possam ser identificadas e aplicadas. A metodologia utilizada para a avaliação, a medição e/ou o cálculo devem obedecer às normas da Comissão Electrotécnica Internacional (CEI) no que respeita às radiações laser e às recomendações da Comissão Internacional da Iluminação (CIE) e do Comité Europeu de Normalização (CEN) no que respeita às radiações não-coerentes. Nas situações de exposição que não estejam abrangidas por estas normas e recomendações, e até que estejam disponíveis normas ou recomendações adequadas da União Europeia, a avaliação, a medição e/ou o cálculo devem ser efectuados com recurso a directrizes disponíveis, nacionais ou internacionais, cientificamente fundamentadas. Em ambas as situações de exposição, a avaliação poderá ter em conta as informações prestadas pelos fabricantes do equipamento sempre que este esteja abrangido por uma directiva comunitária aplicável.

▼B

2. A avaliação, a medição e/ou o cálculo referidos no n.º 1 devem ser programados e realizados pelos serviços ou pessoas competentes com a frequência adequada, tendo especialmente em conta os artigos 7.º e 11.º da Directiva 89/391/CEE relativos aos serviços ou pessoas competentes e à consulta e participação dos trabalhadores. Os dados resultantes da avaliação, incluindo os dados decorrentes das medições e/ou dos cálculos do nível de exposição, referidos no n.º 1, devem ser conservados de forma a que possam ser posteriormente consultados.

3. Nos termos do n.º 3 do artigo 6.º da Directiva 89/391/CEE, o empregador deve, ao proceder à avaliação de riscos, prestar especial atenção aos seguintes elementos:

- a) Nível, gama de comprimentos de onda e duração de exposição a fontes artificiais de radiação óptica;
- b) Valores-limite de exposição referidos no artigo 3.º da presente directiva;
- c) Efeitos sobre a saúde e a segurança dos trabalhadores pertencentes a grupos de risco particularmente sensíveis;
- d) Eventuais efeitos sobre a saúde e segurança dos trabalhadores resultantes de interacções no local de trabalho entre radiações ópticas e substâncias químicas foto-sensibilizantes;
- e) Efeitos indirectos, tais como cegueira temporária, explosão ou incêndio;
- f) Existência de equipamentos de substituição concebidos para reduzir os níveis de exposição a radiações ópticas artificiais;
- g) Informações adequadas recolhidas em resultado da vigilância da saúde, incluindo, na medida do possível, informações publicadas;
- h) Fontes múltiplas de exposição a radiações ópticas artificiais;
- i) Uma classificação atribuída ao laser, definida em conformidade com a norma CEI pertinente, e, relativamente a qualquer fonte artificial susceptível de causar danos similares aos de um laser de classe 3B ou 4, qualquer classificação semelhante;
- j) Informações prestadas pelos fabricantes de fontes de radiações ópticas e de equipamento de trabalho associado por força das directivas comunitárias aplicáveis.

4. O empregador deve dispor de uma avaliação de riscos de acordo com o disposto na alínea a) do n.º 1 do artigo 9.º da Directiva 89/391/CEE e identificar as medidas a tomar nos termos dos artigos 5.º e 6.º da presente directiva. A avaliação de riscos deve ser registada num suporte adequado de acordo com a legislação e prática nacionais; pode incluir uma justificação do empregador de que a natureza e a extensão dos riscos relacionados com radiações ópticas tornam desnecessária uma avaliação ulterior dos riscos. A avaliação de riscos deve ser regularmente actualizada, especialmente em caso de alterações significativas susceptíveis de a desactualizar ou quando os resultados da vigilância da saúde demonstrarem que tal é necessário.



Artigo 5.º

Disposições destinadas a evitar ou reduzir os riscos

1. Tendo em conta o progresso técnico e a disponibilidade de medidas de controlo dos riscos na origem, os riscos resultantes da exposição a radiações ópticas artificiais devem ser eliminados ou reduzidos ao mínimo.

A redução dos riscos resultantes da exposição a radiações ópticas artificiais deve basear-se nos princípios gerais de prevenção constantes da Directiva 89/391/CEE.

2. Sempre que a avaliação de riscos efectuada de acordo com o n.º 1 do artigo 4.º sobre trabalhadores expostos a fontes artificiais de radiações ópticas indicar qualquer possibilidade de os valores-limite de exposição serem ultrapassados, o empregador deve elaborar e pôr em prática um programa de acção com medidas técnicas e/ou organizacionais concebidas para impedir a ultrapassagem dos valores-limite de exposição, tendo em especial atenção:

- a) Outros métodos de trabalho que reduzam os riscos decorrentes de radiações ópticas;
- b) A escolha de equipamento que emita menos radiações ópticas, atendendo ao trabalho a executar;
- c) Medidas técnicas destinadas a reduzir as emissões de radiações ópticas, incluindo, se necessário, a utilização de encravamentos, blindagens ou mecanismos semelhantes de protecção da saúde;
- d) Programas de manutenção adequados para o equipamento de trabalho, o local de trabalho e os postos de trabalho;
- e) Concepção e disposição dos locais e postos de trabalho;
- f) Limitação da duração e do nível de exposição;
- g) Disponibilidade de equipamentos de protecção individual apropriados;
- h) As instruções do fabricante do equipamento, caso este se encontre abrangido por uma directiva comunitária aplicável.

3. Com base na avaliação de riscos efectuada nos termos do artigo 4.º, os locais de trabalho onde os trabalhadores possam encontrar-se expostos a níveis de radiações ópticas provenientes de fontes artificiais que excedam os valores-limite de exposição devem ser sinalizados por meios adequados de acordo com a Directiva 92/58/CEE do Conselho, de 24 de Junho de 1992, relativa às prescrições mínimas para a sinalização de segurança e/ou de saúde no trabalho (9.ª directiva especial na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE) ⁽¹⁾. Os locais em causa devem também ser delimitados e de acesso restrito, sempre que tal seja tecnicamente possível e exista o risco de os valores-limite de exposição serem ultrapassados.

4. Em todo o caso, a exposição dos trabalhadores não pode ultrapassar os valores-limite. Se, apesar das medidas tomadas pelo empregador para dar cumprimento à presente directiva no que respeita a fontes artificiais de radiação óptica, os valores-limite de exposição forem ultrapassados, o empregador deverá tomar medidas imediatas destinadas a reduzir a exposição abaixo dos valores-limite de exposição. O empregador identificará os motivos que levaram a que os valores-limite de exposição fossem ultrapassados e adaptará as medidas de protecção e prevenção em conformidade, de modo a evitar que a ultrapassagem desses valores se repita.

⁽¹⁾ JO L 245 de 26.8.1992, p. 23.

▼B

5. Nos termos do artigo 15.º da Directiva 89/391/CEE, o empregador deve adaptar as medidas referidas no presente artigo às necessidades dos trabalhadores pertencentes a grupos de risco particularmente sensíveis.

*Artigo 6.º***Informação e formação dos trabalhadores**

Sem prejuízo dos artigos 10.º e 12.º da Directiva 89/391/CEE, o empregador deve garantir que os trabalhadores expostos a riscos resultantes de radiações ópticas artificiais no trabalho e/ou os seus representantes recebam a informação e formação necessárias acerca do resultado da avaliação de riscos prevista no artigo 4.º da presente directiva, em especial no que se refere a:

- a) Medidas tomadas em aplicação da presente directiva;
- b) Valores-limite de exposição e potenciais riscos associados;
- c) Resultados da avaliação, medição e/ou cálculo dos níveis de exposição a radiações ópticas artificiais efectuados de acordo com o artigo 4.º da presente directiva, acompanhados de uma descrição do seu significado e dos potenciais riscos;
- d) Forma de detectar os efeitos negativos para a saúde resultantes da exposição e maneira de os comunicar;
- e) Circunstâncias em que os trabalhadores têm direito a vigilância da saúde;
- f) Práticas de trabalho seguras para minimizar os riscos resultantes da exposição;
- g) Utilização correcta do equipamento de protecção individual adequado.

*Artigo 7.º***Consulta e participação dos trabalhadores**

A consulta e a participação dos trabalhadores e/ou dos seus representantes relativamente às matérias abrangidas pela presente directiva devem ter lugar nos termos do artigo 11.º da Directiva 89/391/CEE.

SECÇÃO III

DISPOSIÇÕES DIVERSAS*Artigo 8.º***Vigilância da saúde**

1. Com os objectivos de prevenir e detectar atempadamente eventuais efeitos adversos para a saúde, bem como de prevenir eventuais riscos para a saúde a longo prazo e qualquer risco de contracção de doenças crónicas resultantes da exposição a radiações ópticas, os Estados-Membros devem aprovar disposições para assegurar uma vigilância adequada da saúde dos trabalhadores nos termos do artigo 14.º da Directiva 89/391/CEE.

2. Os Estados-Membros devem assegurar que a vigilância da saúde seja efectuada por um médico, um especialista em medicina do trabalho ou uma autoridade sanitária responsável pela vigilância da saúde, de acordo com a legislação e as práticas nacionais.

▼B

3. Os Estados-Membros devem aprovar disposições para assegurar que seja elaborado e actualizado um registo de saúde individual para cada trabalhador sujeito a vigilância da saúde em conformidade com o n.º 1. Os registos de saúde devem conter um resumo dos resultados da vigilância da saúde efectuada e ser conservados de forma que permita a sua posterior consulta, tendo em conta a necessária confidencialidade. Serão fornecidas cópias dos registos adequados à autoridade competente, a pedido desta, tendo em conta a sua eventual confidencialidade. O empregador deve tomar as medidas necessárias para assegurar que o médico, o especialista em medicina do trabalho ou a autoridade sanitária que o Estado-Membro tenha determinado ser responsável pela vigilância da saúde tenha acesso aos resultados da avaliação de riscos referida no artigo 4.º, sempre que tais resultados possam ser relevantes para a vigilância da saúde. Cada trabalhador deve, a seu pedido, ter acesso ao seu registo de saúde pessoal.

4. Em qualquer caso, quando for detectada uma exposição superior aos valores-limite deve ser facultado ao trabalhador ou trabalhadores em causa um exame médico, de acordo com a legislação e as práticas nacionais. O exame médico será igualmente realizado se os resultados da vigilância da saúde revelarem que um trabalhador sofre de uma doença ou de uma afecção identificáveis que sejam consideradas, por um médico ou por um especialista em medicina do trabalho, como resultantes da exposição a radiações ópticas artificiais no local de trabalho. Em ambos os casos, quando os valores-limite forem ultrapassados ou forem identificados efeitos adversos para a saúde (incluindo doenças):

- a) O trabalhador deve ser informado, pelo médico ou por outra pessoa devidamente qualificada, dos resultados que lhe digam pessoalmente respeito e, em especial, receber informações e recomendações sobre a vigilância da saúde a que deverá eventualmente submeter-se após o final da exposição;
- b) O empregador deve ser informado de quaisquer dados significativos obtidos no âmbito da vigilância da saúde, tendo em conta o necessário sigilo médico;
- c) O empregador deve:

- rever a avaliação de riscos realizada nos termos do artigo 4.º,

- rever as medidas previstas para eliminar ou reduzir os riscos nos termos do artigo 5.º,

- ter em conta o parecer do especialista em medicina do trabalho ou de outra pessoa devidamente qualificada, ou da autoridade competente, ao aplicar quaisquer medidas necessárias para eliminar ou reduzir os riscos nos termos do artigo 5.º, e

- prever uma vigilância contínua da saúde e providenciar no sentido de um exame das condições de saúde de todos os outros trabalhadores que tenham estado expostos de forma semelhante. Nestes casos, o médico, o especialista em medicina do trabalho ou a autoridade competente podem propor que as pessoas expostas sejam sujeitas a exame médico.

▼B*Artigo 9.º***Sanções**

Os Estados-Membros devem estabelecer sanções adequadas, a aplicar em caso de violação da legislação nacional aprovada nos termos da presente directiva. Tais sanções devem ser eficazes, proporcionadas e dissuasivas.

▼M4*Artigo 10.º***Alteração dos anexos**

A Comissão fica habilitada a adotar atos delegados nos termos do artigo 10.º-A no que diz respeito a introduzir alterações estritamente técnicas nos anexos, a fim de ter em conta a harmonização e normalização técnica no domínio da conceção, construção, fabricação e realização de equipamentos e locais de trabalho, o progresso técnico, a evolução das normas europeias harmonizadas e especificações internacionais e os novos conhecimentos em matéria de exposição dos trabalhadores à radiação ótica. As referidas alterações não podem resultar numa alteração dos valores-limite de exposição estabelecidos nos anexos.

Sempre que, em casos excepcionais e devidamente justificados que comportam riscos iminentes, diretos e graves para a saúde e a segurança físicas dos trabalhadores e de outras pessoas, existam imperativos de urgência que exijam uma ação num prazo muito curto, aplica-se o procedimento previsto no artigo 10.º-B aos atos delegados adotados nos termos do presente artigo.

*Artigo 10.º-A***Exercício da delegação**

1. O poder de adotar atos delegados é conferido à Comissão nas condições estabelecidas no presente artigo.

2. O poder de adotar atos delegados referido no artigo 10.º é conferido à Comissão por um prazo de cinco anos a contar de 26 de julho de 2019. A Comissão elabora um relatório relativo à delegação de poderes pelo menos nove meses antes do final do prazo de cinco anos. A delegação de poderes é tacitamente prorrogada por períodos de igual duração, salvo se o Parlamento Europeu ou o Conselho a tal se opuserem pelo menos três meses antes do final de cada prazo.

3. A delegação de poderes referida no artigo 10.º pode ser revogada em qualquer momento pelo Parlamento Europeu ou pelo Conselho. A decisão de revogação põe termo à delegação dos poderes nela especificados. A decisão de revogação produz efeitos a partir do dia seguinte ao da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia* ou de uma data posterior nela especificada. A decisão de revogação não afeta os atos delegados já em vigor.

4. Antes de adotar um ato delegado, a Comissão consulta os peritos designados por cada Estado-Membro de acordo com os princípios estabelecidos no Acordo Interinstitucional, de 13 de abril de 2016, sobre legislar melhor ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ JO L 123 de 12.5.2016, p. 1.

▼M4

5. Assim que adotar um ato delegado, a Comissão notifica-o simultaneamente ao Parlamento Europeu e ao Conselho.

6. Os atos delegados adotados nos termos do artigo 10.º só entram em vigor se não tiverem sido formuladas objeções pelo Parlamento Europeu ou pelo Conselho no prazo de dois meses a contar da notificação do ato ao Parlamento Europeu e ao Conselho, ou se, antes do termo desse prazo, o Parlamento Europeu e o Conselho tiverem informado a Comissão de que não têm objeções a formular. O referido prazo é prorrogável por dois meses por iniciativa do Parlamento Europeu ou do Conselho.

*Artigo 10.º-B***Procedimento de urgência**

1. Os atos delegados adotados nos termos do presente artigo entram em vigor sem demora e são aplicáveis desde que não tenha sido formulada qualquer objeção nos termos do n.º 2. Na notificação de um ato delegado ao Parlamento Europeu e ao Conselho devem expor-se os motivos que justificam o recurso ao procedimento de urgência.

2. O Parlamento Europeu ou o Conselho podem formular objeções a um ato delegado de acordo com o procedimento a que se refere o artigo 10.º-A, n.º 6. Nesse caso, a Comissão revoga imediatamente o ato após a notificação da decisão pela qual o Parlamento Europeu ou o Conselho tiverem formulado objeções.

▼B

SECÇÃO IV

DISPOSIÇÕES FINAIS**▼M1****▼B***Artigo 13.º***Guia prático**

Com o objectivo de facilitar a execução da presente directiva, a Comissão deve elaborar um guia prático para as disposições dos artigos 4.º e 5.º e para os anexos I e II.

*Artigo 14.º***Transposição**

1. Os Estados-Membros devem pôr em vigor as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à presente directiva até 27 de Abril de 2010, e informar imediatamente a Comissão desse facto.

Quando os Estados-Membros aprovarem essas disposições, estas devem incluir uma referência à presente directiva ou ser acompanhadas dessa referência aquando da sua publicação oficial. As modalidades dessa referência serão aprovadas pelos Estados-Membros.

▼B

2. Os Estados-Membros devem comunicar à Comissão o texto das disposições de direito interno que aprovarem ou já tiverem aprovado nas matérias reguladas pela presente directiva.

▼M3*Artigo 14.º-A*

1. Sem prejuízo dos princípios gerais de proteção e de prevenção no domínio da saúde e segurança dos trabalhadores, a França pode, até 31 de dezembro de 2017, derrogar à aplicação das disposições necessárias para dar cumprimento à presente diretiva em Maiote enquanto região ultraperiférica na aceção do artigo 349.º do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia (a seguir: «Maiote»), desde que essa aplicação exija instalações técnicas que não estejam disponíveis em Maiote.

O primeiro parágrafo não se aplica às obrigações estabelecidas no artigo 5.º, n.º 1, da presente diretiva, bem como às disposições da presente diretiva que reflitam os princípios gerais estabelecidos na Diretiva 89/391/CEE.

2. Todas as derrogações à presente diretiva, resultantes da aplicação de medidas existentes em 1 de janeiro de 2014 ou da adoção de novas medidas, devem ser precedidas de uma consulta aos parceiros sociais, em conformidade com as legislações e práticas nacionais. Tais derrogações devem ser aplicadas em condições que garantam que, tendo em conta as circunstâncias específicas que prevalecem em Maiote, os riscos delas resultantes são reduzidos ao mínimo e que os trabalhadores em causa beneficiam de uma vigilância da saúde reforçada.

3. As medidas nacionais derogatórias devem ser revistas todos os anos após consulta com os parceiros sociais e revogadas logo que as circunstâncias que as justificavam já não se verifiquem.

▼B*Artigo 15.º***Entrada em vigor**

A presente directiva entra em vigor na data da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia*.

*Artigo 16.º***Destinatários**

Os Estados-Membros são os destinatários da presente directiva.

▼ B

ANEXO I

Radiação óptica não coerente

Os valores de exposição à radiação óptica relevantes de um ponto de vista biofísico podem ser determinados utilizando as fórmulas seguidamente mencionadas. As fórmulas a utilizar dependem da gama de radiação emitida pela fonte e os resultados devem ser comparados com os correspondentes valores-limite de exposição (VLE) indicados no quadro 1.1. Para uma dada fonte de radiação óptica pode haver mais do que um valor de exposição, e correspondente limite de exposição, relevante.

As alíneas a) a o) remetem para as linhas correspondentes do quadro 1.1.

$$\text{a)} \quad H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{eff}} \text{ só é aplicável na gama de 180 a 400 nm})$$

$$\text{b)} \quad H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{UVA}} \text{ só é aplicável na gama de 315 a 400 nm})$$

$$\text{c), d)} \quad L_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (L_B \text{ só é aplicável na gama de 300 a 700 nm})$$

$$\text{e), f)} \quad E_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_B \text{ só é aplicável na gama de 300 a 700 nm})$$

$$\text{g) a l)} \quad L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{ver quadro 1.1 para os valores adequados de } \lambda_1 \text{ e } \lambda_2)$$

$$\text{m), n)} \quad E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3\,000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_{\text{IR}} \text{ só é aplicável na gama de 780 a 3\,000 nm})$$

$$\text{o)} \quad H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3\,000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{skin}} \text{ só é aplicável na gama de 380 a 3\,000 nm})$$

Para os efeitos da presente directiva, as fórmulas acima mencionadas podem ser substituídas pelas expressões seguintes e pelo emprego dos valores discretos que figuram nos seguintes quadros:

$$\text{a)} \quad E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{e } H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$$

$$\text{b)} \quad E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{e } H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$$

$$\text{c), d)} \quad L_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

▼ B

$$\text{e), f)} \quad E_B = \sum_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$\text{g) a l)} \quad L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{(ver quadro 1.1 para os valores adequados de } \lambda_1 \text{ e } \lambda_2 \text{)}$$

$$\text{m), n)} \quad E_{IR} = \sum_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3\,000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

$$\text{o)} \quad E_{\text{skin}} = \sum_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3\,000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{e } H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$$

Notas:

$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ} *irradiância espectral ou densidade de potência espectral*: a potência radiante incidente por unidade de superfície, expressa em watts por metro quadrado por nanómetro [$\text{W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$]; os valores de $E_{\lambda}(\lambda, t)$ e E_{λ} resultam de medições ou podem ser fornecidos pelo fabricante do equipamento;

E_{eff} *irradiância eficaz (gama UV)*: irradiância calculada para UV de comprimento de onda da gama de 180 a 400 nm ponderada espectralmente por $S(\lambda)$, expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];

H *exposição radiante*, o integral da irradiância em ordem ao tempo, expresso em joules por metro quadrado [J m^{-2}];

H_{eff} *exposição radiante eficaz*: exposição radiante ponderada espectralmente por $S(\lambda)$, expressa em joules por metro quadrado [J m^{-2}];

E_{UVA} *irradiância total (UVA)*: irradiância calculada para UVA de comprimento de onda da gama de 315 a 400 nm, expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];

H_{UVA} *exposição radiante*, o integral ou a soma da irradiância em ordem ao tempo e ao comprimento de onda para UVA de comprimento de onda da gama de 315 a 400 nm, expresso em joules por metro quadrado [J m^{-2}];

$S(\lambda)$ *ponderação espectral* tendo em conta a relação entre o comprimento de onda e os efeitos para a saúde da radiação UV sobre os olhos e a pele (quadro 1.2) [sem dimensões];

$t, \Delta t$ *tempo, duração da exposição*, expresso em segundos [s];

λ *comprimento de onda*, expresso em nanómetros [nm];

$\Delta\lambda$ *largura de banda*, expressa em nanómetros [nm], dos intervalos de cálculo ou de medida;

$L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$ *radiância espectral da fonte* expressa em watts por metro quadrado por esterradiano por nanómetro [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ nm}^{-1}$];

$R(\lambda)$ *ponderação espectral* tendo em conta a relação entre o comprimento de onda e a lesão térmica do olho causada por radiações visíveis e IVA (quadro 1.3) [sem dimensões];

L_R *radiância eficaz (lesão térmica)*: radiância calculada ponderada espectralmente por $R(\lambda)$ expressa em watts por metro quadrado por esterradiano [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];

▼B

$B(\lambda)$	<i>ponderação espectral</i> tendo em conta a relação entre o comprimento de onda e a lesão fotoquímica do olho causada por radiações de luz azul (quadro 1.3) [sem dimensões];
L_B	<i>radiância eficaz (luz azul)</i> : radiância calculada ponderada espectralmente por $B(\lambda)$, expressa em watts por metro quadrado por esterradiano [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$];
E_B	<i>irradiância eficaz (luz azul)</i> : irradiância calculada ponderada espectralmente por $B(\lambda)$ expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];
E_{IR}	<i>irradiância total (lesões térmicas)</i> : irradiância calculada na gama de comprimento de onda de 780 nm a 3 000 nm (infravermelhos) expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];
E_{skin}	<i>irradiância total (visível, IVA e IVB)</i> : irradiância calculada na gama de comprimento de onda de 380 nm a 3 000 nm (visível e infravermelhos), expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];
H_{skin}	<i>exposição radiante</i> , o integral ou a soma da irradiância em ordem ao tempo e ao comprimento de onda para a radiação visível e infravermelha de comprimento de onda da gama de 380 a 3 000 nm, expresso em joules por metro quadrado [J m^{-2}];
α	<i>posição angular</i> : o ângulo subtendido por uma fonte aparente, tal como vista num ponto do espaço, expresso em miliradianos (mrad). A fonte aparente é o objecto real ou virtual que forma a imagem retiniana mais pequena possível.

Quadro 1.1

Valores-limite de exposição para radiação óptica não-coerente

Índice	Comprimento de onda nm	Valores–limite de exposição	Unidades	Observações	Parte do corpo	Risco		
a.	180 – 400 (UVA, UVB e UVC)	H _{eff} = 30 Valores diários 8 horas	[J m ⁻²]		olho córnea conjuntiva cristalino pele	fotoqueratite conjuntivite cataratogénese eritema elastose cancro da pele		
b.	315 – 400 (UVA)	H _{UVA} = 10 ⁴ Valores diários 8 horas	[J m ⁻²]		olho cristalino	cataratogénese		
c.	300 – 700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	L _B = $\frac{10^6}{t}$ para t ≤ 10 000 s	L _B : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [segundos]	para α ≥ 11 mrad				
d.	300 – 700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	L _B = 100 para t > 10 000 s	[W m ⁻² sr ⁻¹]					
e.	300 – 700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	E _B = $\frac{100}{t}$ para t ≤ 10 000 s	E _B : [W m ⁻²] t: [segundos]	para α < 11 mrad <i>ver nota 2</i>			olho retina	foto–retinite
f.	300 – 700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	E _B = 0,01 t >10 000 s	[W m ⁻²]					

▼B

Índice	Comprimento de onda nm	Valores-limite de exposição	Unidades	Observações	Parte do corpo	Risco
g.	380 – 1 400 (Visível e IVA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_\alpha}$ para $t > 10$ s	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$	$C_\alpha = 1,7$ para $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_\alpha = \alpha$ para $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ para $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1\,400$	olho retina	queimadura da retina
h.	380 – 1 400 (Visível e IVA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ para $10 \text{ } \mu\text{s} \leq t \leq 10$ s	$L_R: [W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$ t: [segundos]			
i.	380 – 1 400 (Visível e IVA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ para $t < 10 \text{ } \mu\text{s}$	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$			
j.	780 – 1 400 (IVA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_\alpha}$ para $t > 10$ s	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$	$C_\alpha = 11$ para $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ para $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ para $\alpha > 100$ mrad (campo de visão da medição: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1\,400$	olho retina	queimadura da retina
k.	780 – 1 400 (IVA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ para $10 \text{ } \mu\text{s} \leq t \leq 10$ s	$L_R: [W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$ t: [segundos]			
l.	780 – 1 400 (IVA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ para $t < 10 \text{ } \mu\text{s}$	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$			
m.	780 – 3 000 (IVA e IVB)	$E_{IR} = 18\,000 t^{0,75}$ para $t \leq 1\,000$ s	E: $[W \text{ m}^{-2}]$ t: [segundos]		olho córnea cristalino	queimadura da córnea cataratogénese
n.	780 – 3 000 (IVA e IVB)	$E_{IR} = 100$ para $t > 1\,000$ s	$[W \text{ m}^{-2}]$			

▼ **B**

Índice	Comprimento de onda nm	Valores-limite de exposição	Unidades	Observações	Parte do corpo	Risco
o.	380 – 3 000 (Visível, IVA e IVB)	$H_{\text{piel}} = 20\,000\, t^{0.25}$ para $t < 10\, \text{s}$	H: $[\text{J m}^{-2}]$ t: [segundos]		pele	queimadura

Nota 1: A gama de 300 a 700 nm cobre parte dos UVB, todos os UVA e a maior parte da radiação visível; o risco que lhe está associado é vulgarmente conhecido por risco de «luz azul». A luz azul, em sentido estrito, cobre apenas a gama de aproximadamente 400 a 490 nm.

Nora 2: Para uma fixação constante de fontes muito pequenas com uma posição angular $< 11\, \text{mrad}$, L_B pode ser convertido em E_B . Em regra, isto aplica-se apenas a instrumentos oftalmológicos ou a um olho estabilizado durante uma anestesia. O tempo máximo de fixação do olhar é dado por: $t_{\text{max}} = 100/E_B$, sendo E_B expresso em W m^{-2} . Dado o movimento dos olhos durante as funções normais da visão, tal não excede 100 s.



Quadro 1.2

S (λ) [sem dimensões], 180 nm a 400 nm

λ em nm	S (λ)	λ em nm	S (λ)	λ em nm	S (λ)	λ em nm	S (λ)	λ em nm	S (λ)
180	0,0120	228	0,1737	276	0,9434	324	0,000520	372	0,000086
181	0,0126	229	0,1819	277	0,9272	325	0,000500	373	0,000083
182	0,0132	230	0,1900	278	0,9112	326	0,000479	374	0,000080
183	0,0138	231	0,1995	279	0,8954	327	0,000459	375	0,000077
184	0,0144	232	0,2089	280	0,8800	328	0,000440	376	0,000074
185	0,0151	233	0,2188	281	0,8568	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8342	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8122	331	0,000396	379	0,000066
188	0,0173	236	0,2510	284	0,7908	332	0,000383	380	0,000064
189	0,0181	237	0,2624	285	0,7700	333	0,000370	381	0,000062
190	0,0190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,0199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,0208	240	0,3000	288	0,6891	336	0,000327	384	0,000055
193	0,0218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,0228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,0239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,0250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,0262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,0274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,0287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,0300	248	0,4005	296	0,4984	344	0,000248	392	0,000041
201	0,0334	249	0,4150	297	0,4600	345	0,000240	393	0,000039
202	0,0371	250	0,4300	298	0,3989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,0412	251	0,4465	299	0,3459	347	0,000223	395	0,000036
204	0,0459	252	0,4637	300	0,3000	348	0,000215	396	0,000035
205	0,0510	253	0,4815	301	0,2210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,0551	254	0,5000	302	0,1629	350	0,000200	398	0,000032
207	0,0595	255	0,5200	303	0,1200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,0643	256	0,5437	304	0,0849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,0694	257	0,5685	305	0,0600	353	0,000175		
210	0,0750	258	0,5945	306	0,0454	354	0,000167		
211	0,0786	259	0,6216	307	0,0344	355	0,000160		
212	0,0824	260	0,6500	308	0,0260	356	0,000153		
213	0,0864	261	0,6792	309	0,0197	357	0,000147		
214	0,0906	262	0,7098	310	0,0150	358	0,000141		
215	0,0950	263	0,7417	311	0,0111	359	0,000136		
216	0,0995	264	0,7751	312	0,0081	360	0,000130		
217	0,1043	265	0,8100	313	0,0060	361	0,000126		
218	0,1093	266	0,8449	314	0,0042	362	0,000122		

▼B

λ em nm	S (λ)	λ em nm	S (λ)	λ em nm	S (λ)	λ em nm	S (λ)	λ em nm	S (λ)
219	0,1145	267	0,8812	315	0,0030	363	0,000118		
220	0,1200	268	0,9192	316	0,0024	364	0,000114		
221	0,1257	269	0,9587	317	0,0020	365	0,000110		
222	0,1316	270	1,0000	318	0,0016	366	0,000106		
223	0,1378	271	0,9919	319	0,0012	367	0,000103		
224	0,1444	272	0,9838	320	0,0010	368	0,000099		
225	0,1500	273	0,9758	321	0,000819	369	0,000096		
226	0,1583	274	0,9679	322	0,000670	370	0,000093		
227	0,1658	275	0,9600	323	0,000540	371	0,000090		

*Quadro 1.3***B (λ), R (λ) [sem dimensões], 380 nm a 1 400 nm**

λ em nm	B (λ)	R (λ)
$300 \leq \lambda < 380$	0,01	—
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9
460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450 - \lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1\,050$	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1\,050 < \lambda \leq 1\,150$	—	0,2
$1\,150 < \lambda \leq 1\,200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\,150 - \lambda)}$
$1\,200 < \lambda \leq 1\,400$	—	0,02



ANEXO II

Radiação óptica laser

Os valores de exposição à radiação óptica relevantes de um ponto de vista biofísico podem ser determinados utilizando as fórmulas seguidamente mencionadas. As fórmulas a utilizar dependem do comprimento de onda e da duração das radiações emitidas pela fonte e os resultados devem ser comparados com os correspondentes valores-limite de exposição (VLE) indicados nos quadros 2.2-2.4. Para uma dada fonte de radiação óptica laser pode haver mais do que um valor de exposição, e correspondente limite de exposição, relevante.

Os coeficientes utilizados como ferramentas de cálculo nos quadros 2.2-2.4 constam do quadro 2.5 e as correcções para a exposição repetitiva constam do quadro 2.6.

$$E = \frac{dP}{dA} [\text{W m}^{-2}]$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt [\text{J m}^{-2}]$$

Notas:

dP *potência* expressa em watts [W];

dA *área* expressa em metros quadrados [m²];

E (t), E *irradiância ou densidade de potência*: a potência radiante incidente por unidade de superfície, expressa em watts por metro quadrado [W m⁻²]; os valores de E(t) e E resultam de medições ou podem ser fornecidos pelo fabricante do equipamento;

H *exposição radiante*: o integral da irradiância em ordem ao tempo, expresso em joules por metro quadrado [J m⁻²];

t *tempo, duração da exposição*, expresso em segundos [s];

λ *comprimento de onda*, expresso em nanómetros [nm];

γ *ângulo cónico máximo do campo de visão da medição* expresso em miliradianos [mrad];

γ_m *campo de visão da medição* expresso em miliradianos [mrad];

α *posição angular de uma fonte* expressa em miliradianos [mrad];

abertura máxima: a área circular sobre a qual são calculadas as médias da irradiância e da exposição radiante;

G *radiância integrada*: o integral da radiância para um dado tempo de exposição expresso como energia radiante por unidade de superfície de uma superfície radiante por unidade de ângulo sólido de emissão, em joules por metro quadrado por esterradiano [J m⁻² sr⁻¹].



Quadro 2.1

Riscos das radiações

Comprimento de onda [nm] λ	Gama de radia- ções	Órgão afectado	Risco	Quadro do va- lor-limite de exposição
180 a 400	UV	olho	lesão fotoquímica e le- são térmica	2,2, 2,3
180 a 400	UV	pele	eritema	2,4
400 a 700	visível	olho	lesão da retina	2,2
400 a 600	visível	olho	lesão fotoquímica	2,3
400 a 700	visível	pele	lesão térmica	2,4
700 a 1 400	IVA	olho	lesão térmica	2,2, 2,3
700 a 1 400	IVA	pele	lesão térmica	2,4
1 400 a 2 600	IVB	olho	lesão térmica	2,2
2 600 a 10^6	IVC	olho	lesão térmica	2,2
1 400 a 10^6	IVB, IVC	olho	lesão térmica	2,3
1 400 a 10^6	IVB, IVC	pele	lesão térmica	2,4

Quadro 2.2

Valores-limite de exposição para a exposição do olho ao laser — Exposição de curta duração < 10 s

Comprimento de onda ^a [nm]		Abertura tutaperture ²	Duração [s]						
			$10^{-13} - 10^{-11}$	$10^{-11} - 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$
UVC	180 - 280	1 mm para $<0,3$ s; $1,5 \cdot t^{0,375}$ para $0,3 < t < 10$ s	$E = 3 \cdot 10^{10} \cdot [W \cdot m^{-2}]$ Cf. nota ^c		H = 30 [J m ⁻²]				
UVB	280 - 302				H = 40 [J m ⁻²]; se $t < 2,6 \cdot 10^{-9}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	303				H = 60 [J m ⁻²]; se $t < 1,3 \cdot 10^{-8}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	304				H = 100 [J m ⁻²]; se $t < 1,0 \cdot 10^{-7}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	305				H = 160 [J m ⁻²]; se $t < 6,7 \cdot 10^{-7}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	306				H = 250 [J m ⁻²]; se $t < 4,0 \cdot 10^{-6}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	307				H = 400 [J m ⁻²]; se $t < 2,6 \cdot 10^{-5}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	308				H = 630 [J m ⁻²]; se $t < 1,6 \cdot 10^{-4}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	309				H = 10 ³ [J m ⁻²]; se $t < 1,0 \cdot 10^{-3}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	310				H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]; se $t < 6,7 \cdot 10^{-3}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	311				H = 2,5 · 10 ³ [J m ⁻²]; se $t < 4,0 \cdot 10^{-2}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	312				H = 4,0 · 10 ³ [J m ⁻²]; se $t < 2,6 \cdot 10^{-1}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	313				H = 6,3 · 10 ³ [J m ⁻²]; se $t < 1,6 \cdot 10^0$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ [J m ⁻²] ver nota ^d				
	314				H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]				
UVA	315 - 400	7 mm	H = 1,5 · 10 ⁻⁴ C _E [J m ⁻²]		H = 2,7 · 10 ⁴ t ^{0,75} C _E [J m ⁻²]		H = 5 · 10 ⁻³ C _E [J m ⁻²]		
Visível& IVA	400 - 700		H = 1,5 · 10 ⁻⁴ C _A C _E [J m ⁻²]		H = 2,7 · 10 ⁴ t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]		H = 18 · t ^{0,75} C _E [J m ⁻²]		
	700 - 1050		H = 1,5 · 10 ⁻³ C _C C _E [J m ⁻²]		H = 2,7 · 10 ³ t ^{0,75} C _C C _E [J m ⁻²]		H = 18 · t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]		
	1050 - 1400		H = 1,5 · 10 ⁻³ C _C C _E [J m ⁻²]		H = 2,7 · 10 ³ t ^{0,75} C _C C _E [J m ⁻²]		H = 90 · t ^{0,75} C _C C _E [J m ⁻²]		
IVB & IVC	1400 - 1500	Ver nota ^b	E = 10 ¹² [W m ⁻²] Ver nota ^c		H = 10 ³ [J m ⁻²]		H = 5,6 · 10 ³ · t ^{0,25} [J m ⁻²]		
	1500 - 1800		E = 10 ¹³ [W m ⁻²] Ver nota ^c		H = 10 ⁴ [J m ⁻²]				
	1800 - 2600		E = 10 ¹² [W m ⁻²] Ver nota ^c		H = 10 ³ [J m ⁻²]		H = 5,6 · 10 ³ · t ^{0,25} [J m ⁻²]		
	2600 - 10 ⁶		E = 10 ¹¹ [W m ⁻²] Ver nota ^c		H = 100 [J m ⁻²]		H = 5,6 · 10 ³ · t ^{0,25} [J m ⁻²]		

a Caso haja dois limites para o comprimento de onda do laser, aplica-se o mais restritivo.

b Se $1400 \leq \lambda < 10^5$ nm: diâmetro da abertura = 1 mm para $t \leq 0,3$ s e $1,5 t^{0,375}$ mm para $0,3 < t < 10$ s; se $10^5 \leq \lambda < 10^6$ nm: diâmetro de abertura = 11 mm.

c Devido à falta de dados para estas condições de duração e comprimento de onda, a CIPRNI recomenda o emprego dos limites da irradiância para 1 ns.

d O quadro apresenta valores para um impulso de laser único. Em caso de impulsos de laser múltiplos, as durações dos impulsos de laser, se os impulsos ocorrerem num intervalo T_{min} (ver quadro 2.6), devem ser adicionadas e o valor temporal resultante deve corresponder a t na fórmula: $5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25}$.

Quadro 2.3

Valores-limite de exposição para a exposição do olho ao laser — Exposição de longa duração ≥ 10 s

Comprimento de onda ^a [nm]		Abertura	Duração [s]		
			10 ¹ - 10 ²	10 ² - 10 ⁴	10 ⁴ - 3 · 10 ⁴
UVC	180 - 280	3,5 mm	H = 30 [J m ⁻²]		
UVB	280 - 302		H = 40 [J m ⁻²]		
	303		H = 60 [J m ⁻²]		
	304		H = 100 [J m ⁻²]		
	305		H = 160 [J m ⁻²]		
	306		H = 250 [J m ⁻²]		
	307		H = 400 [J m ⁻²]		
	308		H = 630 [J m ⁻²]		
	309		H = 1,0 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	310		H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	311		H = 2,5 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	312		H = 4,0 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	313		H = 6,3 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	314		H = 10 ⁴ [J m ⁻²]		
UVA	315 - 400	7 mm	H = 100 C _B [J m ⁻²] (γ = 11 mrad) ^d		
Visível 400 – 700	400 - 600 Lesão fotoquímica da retina ^b		E = 1 C _B [W m ⁻²]; (γ = 1.1 t ^{0.5} mrad) ^d		
	400 - 700 Lesão térmica ^b da retina		se α < 1,5 mrad então E = 10 [W m ⁻²] se α > 1,5 mrad e t ≤ T ₂ então H = 18 C _E t ^{0,75} [J m ⁻²] se α > 1,5 mrad e t > T ₂ então E = 18 C _E T ₂ ^{-0,25} [W m ⁻²]		
IVA	700 - 1400	7 mm	se α < 1,5 mrad então E = 10 C _A C _C [W m ⁻²] se α > 1,5 mrad e t ≤ T ₂ então H = 18 C _A C _C C _E t ^{0,75} [J m ⁻²] se α > 1,5 mrad e t > T ₂ então E = 18 C _A C _C C _E T ₂ ^{-0,25} [W m ⁻²] (não deve exceder 1000 W · m ⁻²)		
IVB & IVC	1400 - 10 ⁶		Ver ^c	E = 1 000 [W m ⁻²]	

^a Caso haja dois limites para o comprimento de onda ou outra condição do laser, aplica-se o mais restritivo.

^b Para pequenas fontes que subtendem um ângulo inferior ou igual a 1,5 mrad, o limite dual visível E de 400 nm a 600 nm reduz-se aos limites térmicos para $10 \text{ s} < T_1$ e aos limites fotoquímicos para durações mais longas. Os valores de T_1 e T_2 constam do quadro 2.5. O limite do risco fotoquímico para a retina pode também ser expresso como a radiação integrada em ordem ao tempo $G = 10^6 C_B \text{ [J m}^{-2} \text{ sr}^{-1}\text{]}$ para $t > 10 \text{ s}$ até $t = 10\,000 \text{ s}$ e $L = 100 C_B \text{ [W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}\text{]}$ para $t > 10\,000 \text{ s}$. Para a medição de G e L deve utilizar-se γ_m como campo de visão médio. A fronteira oficial entre os raios visíveis e os infravermelhos é 780 nm segundo a definição da CIE. A coluna com os nomes das gamas de comprimentos de onda destina-se unicamente a dar uma melhor panorâmica ao utilizador. (A notação G é usada pelo CEN; a notação L, é usada pela CIE; a notação L_p é usada pela CEI e pelo CENELEC.)

^c Para comprimentos de onda 1400 - 10⁵ nm: diâmetro da abertura = 3,5 mm; Para comprimentos de onda 10⁵ - 10⁶ nm: diâmetro da abertura = 11 mm

^d Para a medição do valor de exposição a entrada de γ é definida do seguinte modo: Se α (posição angular de uma fonte) $> \gamma$ (ângulo cónico máximo, indicado entre parênteses rectos na coluna correspondente) então o campo de visão da medição γ_m deverá ser o valor dado de γ . (Se fosse usado um maior campo de visão da medição, então o risco seria sobreavaliado).

Se $\alpha < \gamma$ então o campo de visão da medição γ_m deve ser suficientemente grande para envolver completamente a fonte mas por outro lado não é limitado e pode ser maior que γ .

Quadro 2.4

Valores-limite de exposição para a exposição da pele ao laser

Comprimento de onda ^a [nm]		Abertura	Duração [s]						
			< 10 ⁻⁹	10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ - 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ¹	10 ¹ - 10 ³	10 ³ - 3 · 10 ⁴	
UV (A, B, C)	180 - 400	3,5 mm	E = 3 · 10 ¹⁰ [W m ⁻²]	Idêntico aos limites de exposição para o olho					
Visível & IVA	400 - 700	3,5 mm	E = 2 · 10 ¹¹ [W m ⁻²]	H=200 C _A	H = 1,1 · 10 ⁴ C _A t ^{0,25} [J m ⁻²]		E = 2 · 10 ³ C _A [W m ⁻²]		
	700 - 1 400		E = 2 · 10 ¹¹ C _A [W m ⁻²]	[J m ⁻²]					
IVB & IVC	1 400 - 1 500		E = 10 ¹² [W m ⁻²]	Idêntico aos limites de exposição para o olho					
	1 500 - 1 800		E = 10 ¹³ [W m ⁻²]						
	1 800 - 2 600		E = 10 ¹² [W m ⁻²]						
	2 600 - 10 ⁶		E = 10 ¹¹ [W m ⁻²]						

a Caso haja dois limites para o comprimento de onda ou outra condição do laser, aplica-se o mais restritivo.



Quadro 2.5

Factores de correcção aplicados e outros parâmetros de cálculo

Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Gama do espectro válida (nm)	Valor
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	$700 — 1\,050$	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	$1\,050 — 1\,400$	$C_A = 5,0$
C_B	$400 — 450$	$C_B = 1,0$
	$450 — 700$	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
C_C	$700 — 1\,150$	$C_C = 1,0$
	$1\,150 — 1\,200$	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1\,150)}$
	$1\,200 — 1\,400$	$C_C = 8,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10\text{ s}$
	$450 — 500$	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}]\text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100\text{ s}$
Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Válido para efeitos biológicos	Valor
$\alpha_{\min}$	todos os efeitos térmicos	$\alpha_{\min} = 1,5\text{ mrad}$
Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Intervalos angulares válidos (mrad)	Valor
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha/\alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2/(\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max})\text{ mrad com } \alpha_{\max} = 100\text{ mrad}$
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10\text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5)98,5}]\text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100\text{ s}$
Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Intervalos de tempo de exposição válidos (s)	Valor
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11\text{ [mrad]}$
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}\text{ [mrad]}$
	$t > 10^4$	$\gamma = 110\text{ [mrad]}$

▼B*Quadro 2.6***Correcção para exposição repetitiva**

Cada uma das três regras gerais seguintes deverá ser aplicada a todas as exposições repetitivas decorrentes de sistemas laser de impulsos repetitivos ou de varrimento.

1. A exposição resultante de um impulso único de uma série de impulsos não deve exceder o valor-limite de exposição de um impulso único com essa duração de impulso.
2. A exposição resultante de um grupo de impulsos (ou subgrupo de impulsos numa série) emitidos no tempo t não deve exceder o valor-limite de exposição para o tempo t .
3. A exposição resultante de um impulso único num grupo de impulsos não deve exceder o valor-limite de exposição de um impulso único multiplicado pelo factor de correcção térmica cumulativa $C_p = N^{-0,25}$, em que N é o número de impulsos. Esta regra aplica-se apenas a limites de exposição para protecção contra lesões térmicas, em que todos os impulsos emitidos em menos de $T_{\min}$ são tratados como um único impulso.

Parâmetro	Gama do espectro válida (nm)	Valor
$T_{\min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9} \text{ s} (= 1 \text{ ns})$
	$400 < \lambda \leq 1\,050$	$T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 18 \text{ } \mu\text{s})$
	$1\,050 < \lambda \leq 1\,400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 50 \text{ } \mu\text{s})$
	$1\,400 < \lambda \leq 1\,500$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$1\,500 < \lambda \leq 1\,800$	$T_{\min} = 10 \text{ s}$
	$1\,800 < \lambda \leq 2\,600$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$2\,600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{\min} = 10^{-7} \text{ s} (= 100 \text{ ns})$