

DECRETO N.º 39/XI

Estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril

A Assembleia da República decreta, nos termos da alínea c) do artigo 161.º da Constituição, o seguinte:

Artigo 1.º

Objecto e âmbito

- 1 - A presente lei estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, relativa às prescrições mínimas de saúde e segurança em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (radiação óptica artificial).
- 2 - A presente lei é aplicável a todas as actividades dos sectores privado, cooperativo e social, da Administração Pública central, regional e local, dos institutos públicos e das demais pessoas colectivas de direito público, bem como a trabalhadores por conta própria.

Artigo 2.º

Definições

Para efeitos da presente lei, entende-se por:

- a) «Exposição radiante (H)», o integral da irradiância em ordem ao tempo, expresso em joules por metro quadrado ($J m^{-2}$);
- b) «Irradiância (E) ou densidade de potência», o poder radiante incidente por unidade de superfície sobre uma superfície, expresso em watts por metro quadrado ($W m^{-2}$);
- c) «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;
- d) «Nível», a combinação de irradiância, exposição radiante e radiância a que o trabalhador está exposto;
- e) «Radiação laser», a radiação óptica proveniente de um laser;
- f) «Radiação não-coerente», a radiação óptica, com excepção da radiação laser;
- g) «Radiação óptica», a radiação electromagnética na gama de comprimentos de onda entre 100 nm e 1 mm, cujo espectro se divide em:
 - i) «Radiação ultravioleta», a radiação óptica com comprimentos de onda entre 100 nm e 400 nm, cuja região ultravioleta se divide em UVA (315–400 nm), UVB (280–315 nm) e UVC (100–280 nm);
 - ii) «Radiação visível», a radiação óptica com comprimentos de onda entre 380 e 780 nm;
 - iii) «Radiação infravermelha», a radiação óptica com comprimentos de onda entre 780 nm e 1 mm, cuja região infravermelha se divide em IVA (780-1400 nm), IVB (1400–3000 nm) e IVC (3000 nm–1 mm).

- iv) «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 ($W m^{-2} sr^{-1}$);
- h) «Valores limite de exposição (VLE)», os limites de exposição, estabelecidos em função do resultado de estudos sobre saúde e em considerações biológicas existentes, que garantam aos trabalhadores expostos a radiações ópticas de fontes artificiais a protecção contra os efeitos nocivos conhecidos para a saúde e que não podem, em caso algum, ser ultrapassados.

Artigo 3.º

Valores limite de exposição

- 1 - Os valores limite de exposição a radiações não-coerentes, com excepção das emitidas por fontes naturais de radiação óptica, constam do anexo I à presente lei, que dela faz parte integrante.
- 2 - Os valores limite de exposição para radiações laser constam do anexo II à presente lei que dela faz parte integrante.

Artigo 4.º

Princípios gerais da avaliação de riscos

- 1 - Em actividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais, o empregador avalia e, se necessário, mede ou calcula os níveis de radiações ópticas a que os trabalhadores possam estar expostos e, sendo caso disso, identifica e aplica medidas que reduzam a exposição de modo a não exceder os limites aplicáveis.
- 2 - A avaliação, a medição e o cálculo dos níveis de radiações são efectuados de acordo com:

- a) As normas da Comissão Electrotécnica Internacional (CEI) no que respeita às radiações laser;
 - b) As recomendações da Comissão Internacional da Iluminação (CIE) e do Comité Europeu de Normalização (CEN) no que respeita às radiações não-coerentes.
- 3 - Em caso de exposição não abrangida pelas normas e recomendações referidas no número anterior, a avaliação, a medição e o cálculo são efectuados de acordo com directrizes nacionais ou internacionais disponíveis e cientificamente fundamentadas, até que sejam adoptadas normas ou recomendações da União Europeia.
- 4 - Nas situações referidas nos n.ºs 2 e 3, a avaliação, a medição ou o cálculo dos níveis de radiações pode ter em consideração as informações prestadas pelo fabricante do equipamento, no caso de este estar abrangido por regulamentação comunitária.
- 5 - A medição e o cálculo referidos nos números anteriores são planeados e efectuados por entidade reconhecida pelo Instituto Português de Acreditação, I.P., com conhecimentos teóricos e práticos e experiência suficiente para realizar ensaios, incluindo a medição dos níveis de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais.
- 6 - Constitui contra-ordenação muito grave a violação do disposto nos n.ºs 1 a 3 e constitui contra-ordenação grave a violação do disposto no número anterior.

Artigo 5.º

Avaliação de riscos

- 1 - Em actividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais, o empregador avalia os riscos tendo em consideração, nomeadamente:
- a) O nível, a gama de comprimentos de onda e a duração da exposição;
 - b) Os valores limite de exposição indicados nos anexos I e II à presente lei;
 - c) Os efeitos sobre a segurança e saúde de trabalhadores particularmente sensíveis aos riscos a que estão expostos;

- d) Os eventuais efeitos sobre a segurança e saúde de trabalhadores resultantes de interacções no local de trabalho entre radiações ópticas e substâncias químicas foto-sensibilizantes;
 - e) Os efeitos indirectos, nomeadamente cegueira temporária, explosão ou incêndio;
 - f) A existência de equipamentos de substituição concebidos para reduzir os níveis de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais;
 - g) As informações adequadas resultantes da vigilância da saúde, incluindo informação publicada;
 - h) As fontes múltiplas de exposição a radiações ópticas artificiais;
 - i) A classificação atribuída ao laser, em conformidade com a norma CEI pertinente, ou qualquer classificação semelhante no caso de fonte artificial susceptível de causar danos similares aos de um laser de classe 3B ou 4;
 - j) As informações prestadas pelos fabricantes de fontes de radiações ópticas e de equipamento de trabalho associado, de acordo com a legislação aplicável.
- 2 -A avaliação de riscos deve ser registada em suporte de papel ou digital e, se a natureza e a dimensão dos riscos relacionados com as radiações ópticas de fontes artificiais não justificarem uma avaliação mais pormenorizada, conter uma justificação do empregador.
- 3 -A avaliação de riscos é actualizada sempre que haja alterações significativas que a possam desactualizar ou o resultado da vigilância da saúde justificar a necessidade de nova avaliação.
- 4 -Sem prejuízo do disposto no número anterior, sempre que sejam ultrapassados os valores limite de exposição, a periodicidade mínima da avaliação de riscos é de um ano.
- 5 -Constitui contra-ordenação muito grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 6.º

Redução da exposição

- 1 -O empregador utiliza todos os meios disponíveis para eliminar na origem ou reduzir ao mínimo os riscos de exposição dos trabalhadores a radiações ópticas de fontes artificiais, de acordo com os princípios gerais de prevenção legalmente estabelecidos.
- 2 -Se o resultado da avaliação dos riscos indicar que os valores limite de exposição foram ultrapassados, o empregador aplica medidas técnicas ou organizativas que reduzam ao mínimo a exposição dos trabalhadores e assegurem que aqueles valores não são ultrapassados.
- 3 -As medidas técnicas referidas no número anterior têm em consideração, nomeadamente, os seguintes aspectos:
 - a) A utilização de métodos de trabalho alternativos que permitam reduzir a exposição;
 - b) A escolha de equipamento em função do trabalho a realizar, que emita menos radiações ópticas;
 - c) A aplicação de medidas que reduzam as emissões de radiações ópticas, incluindo, se necessário, encravamentos, blindagens ou mecanismos semelhantes de protecção da saúde;
 - d) A aplicação de programas adequados de manutenção do equipamento, do local e dos postos de trabalho;
 - e) A concepção e disposição dos locais e postos de trabalho;
 - f) A organização do trabalho com limitação da duração e nível da exposição;
 - g) A utilização de equipamentos de protecção individual adequados;
 - h) As instruções do fabricante do equipamento, no caso de este estar abrangido por regulamentação comunitária.

- 4 -Os locais de trabalho onde os trabalhadores possam estar expostos a níveis de radiações ópticas de fontes artificiais superiores aos valores limite de exposição são sinalizados de acordo com a legislação aplicável à sinalização de segurança e saúde no trabalho, bem como delimitados e de acesso restrito sempre que tal seja tecnicamente possível.
- 5 -Constitui contra-ordenação muito grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 7.º

Redução dos valores limite de exposição

- 1 -O empregador assegura que a exposição dos trabalhadores a radiações ópticas seja reduzida ao nível mais baixo possível e, em qualquer caso, não seja superior aos valores limite de exposição indicados no anexo I à presente lei.
- 2 -Nas situações em que sejam ultrapassados os valores limite de exposição a radiações ópticas de fontes artificiais, o empregador:
- a) Identifica as causas da ultrapassagem dos valores limite;
 - b) Toma medidas imediatas que reduzam a exposição de modo a não exceder os valores limite;
 - c) Adapta as medidas de protecção e prevenção de modo a evitar a ocorrência de situações idênticas.
- 3 -O empregador adapta as medidas referidas no número anterior a trabalhadores particularmente sensíveis aos riscos resultantes da exposição a radiações ópticas de fontes artificiais.
- 4 -Constitui contra-ordenação muito grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 8.º

Informação, consulta e formação dos trabalhadores

- 1 - Sem prejuízo do disposto na legislação geral em matéria de informação e formação, o empregador assegura aos trabalhadores expostos aos riscos resultantes de radiações ópticas de fontes artificiais, assim como aos seus representantes para a segurança e saúde no trabalho, a informação e formação adequadas sobre:
 - a) Riscos potenciais para a segurança e saúde derivados da exposição a radiações ópticas durante o trabalho;
 - b) Valores limite de exposição e potenciais riscos associados;
 - c) Resultados das avaliações e das medições e dos cálculos dos níveis de exposição a radiações efectuadas de acordo com os artigos 4.º e 5.º, acompanhados de uma explicação do seu significado e do risco potencial que representam;
 - d) Utilidade e forma de detectar e notificar os efeitos negativos para a saúde resultantes da exposição;
 - e) Situações em que os trabalhadores têm direito à vigilância da saúde, nos termos do artigo 10.º;
 - f) Práticas de trabalho seguras que minimizem os riscos de exposição;
 - g) Utilização correcta de equipamento de protecção individual adequado.
- 2 - A informação deve, tendo em conta o resultado da avaliação, ser prestada de forma adequada, oralmente ou por escrito, nomeadamente através de formação individual dos trabalhadores, e ser periodicamente actualizada de modo a incluir qualquer alteração verificada.
- 3 - O empregador assegura a informação e a consulta dos trabalhadores e dos seus representantes para a segurança e saúde no trabalho sobre a aplicação das disposições da presente lei, designadamente sobre a avaliação dos riscos e as medidas a tomar para reduzir a exposição.

4 -Constitui contra-ordenação muito grave a violação dos deveres de informação e consulta e constitui contra-ordenação grave a violação dos deveres de formação previstos no presente artigo.

Artigo 9.º

Vigilância da saúde

- 1 -Sem prejuízo das obrigações gerais em matéria de saúde no trabalho, o empregador assegura a vigilância adequada da saúde dos trabalhadores, com vista à prevenção de eventuais riscos para a saúde a longo prazo e de contracção de doenças crónicas e ao diagnóstico precoce de qualquer efeito adverso para a saúde, resultantes da exposição a radiações ópticas artificiais.
- 2 -No caso de trabalhador que tenha estado exposto a radiações ópticas artificiais superiores aos valores limite de exposição ou cujo resultado da vigilância da saúde revelar que sofre de doença ou afecção resultante da exposição a radiações ópticas artificiais no local de trabalho, o empregador assegura a realização de exames médicos adequados as essas situações.
- 3 -Constitui contra-ordenação grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 10.º

Resultado da vigilância da saúde

- 1 -Se a vigilância da saúde revelar efeitos adversos para a saúde do trabalhador, o médico do trabalho:
 - a) Informa o trabalhador do resultado e presta-lhe informações e recomendações sobre a vigilância da saúde a que deva submeter-se, terminada a exposição;
 - b) Comunica ao empregador o resultado da vigilância da saúde com interesse para a prevenção de riscos, sem prejuízo do sigilo profissional a que se encontra vinculado.

- 2 -O empregador, tendo em conta o referido na alínea b) do número anterior:
 - a) Repete a avaliação de riscos;
 - b) Revê as medidas adoptadas para eliminar ou reduzir os riscos;
 - c) Aplica as medidas necessárias, com base no parecer do médico do trabalho, para eliminar ou reduzir os riscos;
 - d) Promove a vigilância contínua da saúde e assegura o exame de saúde de qualquer outro trabalhador que tenha estado exposto de forma idêntica, nomeadamente a realização de exames médicos adequados.
- 3 -No caso de trabalhador exposto a radiações ópticas artificiais superiores aos valores limite de exposição, aplica-se o disposto nos números anteriores.
- 4 -O trabalhador tem acesso, a seu pedido, ao registo de saúde que lhe diga respeito.
- 5 -Constitui contra-ordenação grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 11.º

Registo e arquivo de documentos

- 1 -Sem prejuízo das obrigações gerais dos serviços de segurança e saúde no trabalho em matéria de registos de dados e conservação de documentos, o empregador organiza os registos de dados e mantém arquivos actualizados sobre:
 - a) Os resultados da avaliação de riscos bem como os critérios e procedimentos da avaliação;
 - b) A identificação dos trabalhadores expostos com a indicação, para cada trabalhador, do posto de trabalho ocupado, da natureza e, se possível, do grau de exposição a que esteve sujeito;
 - c) Os resultados da vigilância da saúde de cada trabalhador, com a referência ao posto de trabalho, aos exames de saúde e exames complementares realizados e a outros elementos considerados úteis pelo médico responsável, tendo em conta a confidencialidade dos referidos dados;
 - d) A identificação do médico responsável pela vigilância da saúde.

- 2 - Os registos e arquivos referidos no número anterior devem ser conservados de forma a permitir a sua consulta, nos termos previstos na legislação aplicável.
- 3 - Constitui contra-ordenação grave a violação do disposto no presente artigo.

Artigo 12.º

Regime da responsabilidade contra-ordenacional

- 1 - O regime geral da responsabilidade contra-ordenacional dos artigos 548.º a 566.º do Código do Trabalho aplica-se às infracções decorrentes da violação da presente lei, sem prejuízo das competências legais atribuídas nas regiões autónomas, aos respectivos órgãos e serviços regionais.
- 2 - O processamento das contra-ordenações previstas na presente lei é regulado pelo regime processual aplicável às contra-ordenações laborais e de segurança social.

Artigo 13.º

Entrada em vigor

A presente lei entra em vigor 60 dias após a sua publicação.

Aprovado em 16 de Julho de 2010

O PRESIDENTE DA ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA,

(Jaime Gama)

ANEXO I

(a que se refere o n.º 1 do artigo 3.º e os artigos 5.º e 7.º)

Radiação óptica não coerente

Os valores de exposição à radiação óptica relevantes do ponto de vista biofísico são determinados utilizando as fórmulas a seguir 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.

- a)
$$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{eff} só é aplicável na gama 180 a 400 nm)
- b)
$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{UVA} só é aplicável na gama 315 a 400 nm)
- c), d)
$$L_B = \int_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (L_B só é aplicável na gama 300 a 700 nm)
- e), f)
$$E_B = \int_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_B só é aplicável na gama 300 a 700 nm)
- g) a l)
$$L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (ver quadro 1.1 para os valores adequados de λ_1 e λ_2)
- m), n)
$$E_{\text{IV}} = \int_{\lambda=780\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_{IV} só é aplicável na gama 780 a 3 000 nm)
- o)
$$H_{\text{pele}} = \int_0^t \int_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{pele} só é aplicável na gama 380 a 3 000 nm)

Para efeitos da presente lei, as fórmulas mencionadas podem ser substituídas pelas expressões seguintes e pelos valores discretos que figuram nos seguintes quadros:

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

$$e \quad H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$$

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

$$e \quad H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$$

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

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

$$g) \text{ a l) } \quad L_{\text{R}} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

(ver quadro 1.1 para os valores adequados de λ_1 e λ_2)

$$m), n) \quad E_{\text{IV}} = \sum_{\lambda=780\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

$$o) \quad E_{\text{pele}} = \sum_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

$$e \quad H_{\text{pele}} = E_{\text{pele}} \cdot \Delta t$$

Notas:

$E\lambda(\lambda, t)$, $E\lambda$ *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 $E\lambda$ 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];

$t, \Delta t$	<i>tempo, duração da exposição</i> , expresso em segundos [s];
Λ	<i>comprimento de onda</i> , expresso em nanómetros [nm];
$\Delta \lambda$	<i>largura de banda</i> , expressa em nanómetros [nm], dos intervalos de cálculo ou de medida;
$L\lambda (\lambda), L_\lambda$	<i>radiância espectral da fonte</i> expressa em watts por metro quadrado por esterradiano por nanómetro [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$];
$R (\lambda)$	<i>ponderação espectral</i> 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	<i>radiância eficaz (lesão térmica)</i> : radiância calculada ponderada espectralmente por $R (\lambda)$ expressa em watts por metro quadrado por esterradiano [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$];
$B (\lambda)$	<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_{IV}	<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_{pele}	<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_{pele}	<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}];
A	<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 cataratógenese eritema elastose cancro de pele
b	315-400 (UVA)	$H_{UVA} = 10^4$ Valores diários 8 horas	$[J\ m^{-2}]$		Olho cristalino	cataratógenese
c	300-700 (Luz azul) ver nota 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ para $t \leq 10\ 000\ s$	$L_B : [W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$ t: [segundos]	para $\alpha \geq 11\ mrad$	olho retina	foto-retinite
d	300-700 (Luz azul) ver nota 1	$L_B = 100$ para $t > 10\ 000\ s$	$[W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$			

e	300-700 (Luz azul) ver nota 1	$E_B = \frac{100}{t}$ para $t \leq 10\ 000$ s	$E_B : [W\ m^{-2}]$ t: [segundos]	para $\alpha < 11$ mrad ver nota 2		
f	300-700 (Luz azul) ver nota 1	$E_B = 0,01$ t > 10 000 s	$[W\ m^{-2}]$			
g	380-1 400 (Visível e IVA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_\alpha}$ para $t > 10$ s	$[W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$	$C_\alpha = 1,7$ 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 $10\ \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R : [W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$ t: [segundos]			
i	380-1 400 (Visível e IVA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ para $t < 10\ \mu s$	$[W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$			

Índice	Cumprimento de onda nm	Valores limite de exposição	Unidades	Observações	Parte do corpo	Risco
j	780-1 400 (IVA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_\alpha}$ para $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C_\alpha = 11$ para $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ para	olho retina	queimadura da retina
k	780-1 400 (IVA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ para $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R : [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [segundos]	$11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ para $\alpha > 100$ mrad		
l	780-1 400 (IVA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ para $t < 10 \mu s$	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	(campo de visão da medição: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1 400$		
m	780-3 000 (IVA e IVB)	$E_{IV} = 18000 t^{0,75}$ para $t \leq 1 000$ s	$E : [W m^{-2}]$ t: [segundos]		olho córnea cristalino	queimadura da córnea cataratogénese
n	780-3 000 (IVA e IVB)	$E_{IV} = 100$ para $t > 1 000$ s	$[W m^{-2}]$			
o	380-3 000 (Visível, IVA E IVB)	$H_{pele} = 20 000 t^{0,25}$ para $t > 10$ s	$H : [J m^{-2}]$ t: [segundos]		Pele	queimadura

Nota 1: A gama de 300 a 700 nm abrange 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 restrito, abrange apenas a gama de aproximadamente 400 a 490 nm.

Nota 2: Para uma fixação constante de fontes muito pequenas com uma posição angular < 11 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: $t_{\max} = 100 / E_B$, 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	0,8656	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8542	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		
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
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02(450-\lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1050$	—	$10^{0,002(700-\lambda)}$
$1050 < \lambda \leq 1150$	—	0,2
$1150 < \lambda \leq 1200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02(1150-\lambda)}$
$1200 < \lambda \leq 1400$	—	0,02

ANEXO II

(a que se refere o n.º 2 do artigo 3.º e o artigo 5.º)

Radiação óptica laser

Os valores de exposição à radiação óptica relevantes de um ponto de vista biofísico são 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.

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

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

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 radiações	Órgão afectado	Risco	Quadro do valor limite de exposição
180 a 400	UV	Olho	lesão fotoquímica e lesão 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 1400	IVA	Olho	lesão térmica	2.2, 2.3
700 a 1400	IVA	Pele	lesão térmica	2.4
1400 a 2600	IVB	Olho	lesão térmica	2.2
2600 a 10^6	IVC	Olho	lesão térmica	2.2
1400 a 10^6	IVB, IVC	Olho	lesão térmica	2.3
1400 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 numeraperture ^e	Duração [s]						
			10 ⁻¹³ - 10 ⁻¹¹	10 ⁻¹¹ - 10 ⁻⁹	10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ - 1,8 · 10 ⁻⁵	1,8 · 10 ⁻⁵ – 5 · 10 ⁻⁵	5 · 10 ⁻⁵ – 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻¹
UVC	180 - 280	1 mm para t < 0,3 s; 1,5 · t ^{0,375} paternidade 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 · 10 ⁻⁹ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d
	303								H = 60 [J m ⁻²]; se t < 1,3 · 10 ⁻⁸ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d
	304								H = 100 [J m ⁻²]; se t < 1,0 · 10 ⁻⁷ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d
	305								H = 160 [J m ⁻²]; se t < 6,7 · 10 ⁻⁷ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d
	306								H = 250 [J m ⁻²]; se t < 4,0 · 10 ⁻⁶ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d
	307								H = 400 [J m ⁻²]; se t < 2,6 · 10 ⁻⁵ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d
	308								H = 630 [J m ⁻²]; se t < 1,6 · 10 ⁻⁴ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d
	309								

	310				$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]};$ se $t < 1,0 \cdot 10^{-3}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]} \text{ ver nota}^d$	
	311				$H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]};$ se $t < 6,7 \cdot 10^{-3}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]} \text{ ver nota}^d$	
	312				$H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]};$ se $t < 4,0 \cdot 10^{-2}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]} \text{ ver nota}^d$	
	313				$H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]};$ se $t < 2,6 \cdot 10^{-1}$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]} \text{ ver nota}^d$	
	314				$H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]};$ se $t < 1,6 \cdot 10^0$ então $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]} \text{ ver nota}^d$	
UVA	315 – 400			$H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		
Visível & IVA	400 – 700	7 mm	$H = 1,5 \cdot 10^{-4} C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 2,7 \cdot 10^{-4} t^{0,75} C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 18 \cdot t^{0,75} C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$
	700 – 1050		$H = 1,5 \cdot 10^{-4} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 2,7 \cdot 10^{-4} t^{0,75} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 18 \cdot t^{0,75} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$
	1050 – 1400		$H = 1,5 \cdot 10^{-3} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 2,7 \cdot 10^{-5} t^{0,75} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 5 \cdot 10^{-2} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 90 \cdot t^{0,75} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}\text{]}$
IVB & IVC	1400 – 1500	Ver nota ^b	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]} \text{ Ver nota}^c$		$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$
	1500 – 1800		$E = 10^{13} \text{ [W m}^{-2}\text{]} \text{ Ver nota}^c$		$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	1800 – 2600		$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]} \text{ Ver nota}^c$		$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$
	2600 - 10 ⁶		$E = 10^{11} \text{ [W m}^{-2}\text{]} \text{ Ver nota}^c$		$H = 100 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$

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

B - Se $1\,400 \leq \lambda < 10^5 \text{ nm}$: diâmetro de abertura = 1 mm para $t \leq 0,3 \text{ s}$ e $1,5 t^{0,375} \text{ mm}$ para $0,3 \text{ s} < t < 10 \text{ s}$: se $10^5 \leq \lambda < 10^6 \text{ nm}$: 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: $5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$.

Quadro 2.3

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

Comprimento de onda λ [nm]		Abertura	Duração [s]			
			$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^4$	$10^4 - 3 \cdot 10^4$	
UVC	180 – 280	7	m	H = 30 [J m ⁻²]		
	280 – 302					
UVB	303	3,5	mm	H = 40 [J m ⁻²]		
	304			H = 60 [J m ⁻²]		
	305			H = 100 [J m ⁻²]		
	306			H = 160 [J m ⁻²]		
	307			H = 250 [J m ⁻²]		
	308			H = 400 [J m ⁻²]		
	309			H = 630 [J m ⁻²]		
	310			H = 1,0 · 10 ³ [J m ⁻²]		
	311			H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]		

	312		$H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		
	313		$H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		
	314		$H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		
UVA	315 – 400		$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		
Visível 400-700	400-600 Lesão fotoquímica da retina ^b	7 mm	$H = 100 C_B \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $(\gamma = 11 \text{ mrad})^d$	$E = 1 C_B \text{ [W m}^{-2}\text{]}; (\gamma = 1.1 t^{0.5} \text{ mrad})^d$	$E = 1 C_B \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ $(\gamma = 110 \text{ mrad})^d$
	400-700 Lesão térmica ^b da retina		se $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ então $E = 10 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ se $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ e $t \leq T_2$ então $H = 18 C_E t^{0.75} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ se $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ e $t > T_2$ então $E = 18 C_E T_2^{-0.25} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$		
IVA	700-1400		se $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ então $E = 10 C_A C_C \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ se $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ e $t \leq T_2$ então $H = 18 C_A C_C C_E t^{0.75} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ se $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ e $t > T_2$ então $E = 18 C_A C_C C_E T_2^{-0.25} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ (não deve exceder $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$)		
IVB & IVC	1400 - 10 ⁶	Ver	$E = 1000 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$		

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 $10 \leq T_1$ 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 radiância integrada em ordem ao tempo $G = 10^6 C_B$ [$J m^{-2} sr^{-1}$] para $t > 10$ s até $t = 10\ 000$ s e $L = 100 C_B$ [$W m^{-2} sr^{-1}$] para $t > 10\ 000$ 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_t é usada pela CIE; a notação L_p é usada pela CEI e pelo CENELEC.)

C - Para comprimentos de onda $1\ 400 - 10^5$ nm : diâmetro da abertura = 3.5 mm: Para comprimentos de onda $10^5 - 10^6$ 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]	
	700-1400		E = 2 · 10 ¹¹ C _A [W m ⁻²]	[J m ⁻²]				
IVB & IVC	1400 - 1500		E = 10 ¹² [W m ⁻²]	Idêntico aos limites de exposição para o olho				
	1500 – 1800		E = 10 ¹³ [W m ⁻²]					
	1800 – 2600	E = 10 ¹² [W m ⁻²]						
	2600 - 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 — 1050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	1050 — 1400	$C_A = 5,0$
C _B	400 — 450	$C_B = 1,0$
	450 — 700	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
C _C	700 — 1150	$C_C = 1,0$
	1150 — 1200	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1150)}$
	1200 — 1400	$C_C = 8,0$
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
A _{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	$t \leq 100$	$\gamma = 11 \text{ [mrad]}$
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5} \text{ [mrad]}$
	$t > 10^4$	$\gamma = 110 \text{ [mrad]}$

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 $<\lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9}$ s (= 1 ns)
	400 $<\lambda \leq 1050$	$T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μ s)
	1050 $<\lambda \leq 1400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μ s)
	1400 $<\lambda \leq 1500$	$T_{\min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	1500 $<\lambda \leq 1800$	$T_{\min} = 10$ s
	1800 $<\lambda \leq 2600$	$T_{\min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	2600 $<\lambda \leq 10^6$	$T_{\min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns)