

ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA

Declaração de Rectificação n.º 33/2010

Para os devidos efeitos se declara que a Lei n.º 25/2010, de 30 de Agosto, que «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», publicada no *Diário da República*, 1.ª série, n.º 168, de 30 de Agosto de 2010, saiu com inexactidões nos seus anexos I e II que se rectificam através da republicação integral dos mesmos.

Assembleia da República, 21 de Outubro de 2010. — Pela Secretária-Geral, a Adjunta, *Maria do Rosário Boléo*.

ANEXO I

(a que se referem 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 de um 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 n.º 1.1. Para uma dada fonte de radiação óptica pode haver mais de um valor de exposição, e correspondente limite de exposição, relevante.

As alíneas a) a o) remetem para as linhas correspondentes do quadro n.º 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 nm 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 nm a 400 nm)
c) e d)	$L_{\text{B}} = \int_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	(L_{B} só é aplicável na gama 300 nm a 700 nm)
e) e f)	$E_{\text{B}} = \int_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	(E_{B} só é aplicável na gama 300 nm a 700 nm)
g) a l)	$L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$	(ver quadro 1.1 para os valores adequados de λ_1 e λ_2)
m) e 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 nm a 3000 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 nm a 3000 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)	$E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	e $H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$
b)	$E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	e $H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$
c) e d)	$L_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	
e) e f)	$E_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	
g) a l)	$L_{\text{R}} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	(v. quadro n.º 1.1 para os valores adequados de λ_1 e λ_2)
m) e n)	$E_{\text{IV}} = \sum_{\lambda=780\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	
o)	$E_{\text{pele}} = \sum_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	e $H_{\text{pele}} = E_{\text{pele}} \cdot \Delta t$

Notas

$E_{\lambda}(\lambda, t), E_{\lambda}$	<i>irradiância espectral ou densidade de potência espectral</i> : 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}	<i>irradiância eficaz (gama UV)</i> : irradiância calculada para UV de comprimento de onda da gama de 180 nm a 400 nm ponderada espectralmente por $S(\lambda)$, expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];
H	<i>exposição radiante</i> : o integral da irradiância em ordem ao tempo, expresso em joules por metro quadrado [J m^{-2}];
H_{eff}	<i>exposição radiante eficaz</i> : exposição radiante ponderada espectralmente por $S(\lambda)$, expressa em joules por metro quadrado [J m^{-2}];
E_{UVA}	<i>irradiância total (UVA)</i> : irradiância calculada para UVA de comprimento de onda da gama de 315 nm a 400 nm, expressa em watts por metro quadrado [W m^{-2}];
H_{UVA}	<i>exposição radiante</i> : 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 nm a 400 nm, expresso em joules por metro quadrado [J m^{-2}];
$S(\lambda)$	<i>ponderação espectral</i> 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 n.º 1.2) [sem dimensões];
t, Δt	<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 n.º 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 n.º 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 3000 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 3000 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 nm a 3000 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.

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)	$H_{\text{eff}} = 30$ Valores diários 8 horas	[J m ⁻²]		Olho { Córnea Conjuntiva Cristalino Pele	{ Fotoqueratite Conjuntivite Cataratogénese Eritema Elastose Cancro de pele
b	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ 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 $t \leq 10\ 000$ s	L_B : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [segundos]	para $\alpha > 11$ mrad	Olho retina	Foto-retinite
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 $t \leq 10\ 000$ s	E_B : [W m ⁻²] t: [segundos]	para $\alpha < 11$ mrad <i>ver nota 2</i>	Olho retina	Foto-retinite
f	300-700 (Luz azul) <i>ver nota 1</i>	$E_B = 0,01$ para $t > 10\ 000$ 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)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha^{0,25}}$ para $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10$ 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 $t < 10 \mu\text{s}$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			

Índice	Comprimento de onda (nm)	Valores limite de exposição	Unidades	Observações	Parte do corpo	Risco
j	780-1 400 (IVA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ para $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	C α =11 para $\alpha \leq 11$ mrad C α = α para $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad C α =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)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ para $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10$ s	L _R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [segundos]			
l	780-1 400 (IVA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ para $t < 10 \mu\text{s}$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
m	780-3 000 (IVA e IVB)	$E_{IV} = 18\ 000 t^{-0,75}$ 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 nm 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 nm 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 N.º 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		
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 N.º 1.3

B (λ), R (λ) [sem dimensões], 380 nm a 1400 nm

λ em nm	B (λ)	R (λ)
300 ≤ λ < 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 < λ ≤ 600	10 ^{0,02(450-λ)}	1
600 < λ ≤ 700	0,001	1
700 < λ ≤ 1 050	—	10 ^{0,002(700-λ)}
1 050 < λ ≤ 1 150	—	0,2
1 150 < λ ≤ 1 200	—	0,2·10 ^{0,02(1 150-λ)}
1 200 < λ ≤ 1 400	—	0,02

ANEXO II

(a que se referem 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 n.ºs 2.2-2.4. Para uma dada fonte de radiação óptica laser pode haver mais de um valor de exposição, e correspondente limite de exposição, relevante.

Os coeficientes utilizados como ferramentas de cálculo nos quadros n.ºs 2.2-2.4 constam do quadro n.º 2.5 e as correcções para a exposição repetitiva constam do quadro n.º 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 m²]; 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 m²];

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 [$\text{J m}^{-2} \text{sr}^{-1}$].

QUADRO N.º 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 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

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

Comprimento de onda ^a [nm]		Abertura de abertura ^b	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 ⁻³	5 · 10 ⁻³ -10 ¹	
UVC	180 – 280	1 mm para t > 0,3 s; 1,5 · t ^{0,375} para 0,3 < t < 10 s	E = 3 · 10 ¹⁰ · [W · m ⁻²] Cf. nota ^c					H = 30 [J m ⁻²]	
	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								
UVB	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							H = 10 ³ [J m ⁻²]: se t < 1,0 · 10 ⁻³ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d	
	310							H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]: se t < 6,7 · 10 ⁻³ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d	
	311							H = 2,5 · 10 ³ [J m ⁻²]: se t < 4,0 · 10 ⁻² então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d	
	312							H = 4,0 · 10 ³ [J m ⁻²]: se t < 2,6 · 10 ⁻¹ então H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] ver nota ^d	
	313							H = 6,3 · 10 ³ [J m ⁻²]: se t < 1,6 · 10 ⁰ então H = 5,6 · 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	H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]							
Visível & IVA	400 – 700	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]	H = 18 · t ^{0,75} C _E [J m ⁻²]			
	700 – 1050		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 = 5 · 10 ⁻³ C _A 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 ⁵ t ^{0,75} C _C C _E [J m ⁻²]	H = 5 · 10 ⁻² 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 1 400 ≤ λ < 10⁵ nm: diâmetro de abertura = 1 mm para t ≤ 0,3 s e 1,5 t^{0,375} mm para 0,3 < t < 10 s; se 10⁵ ≤ λ < 10⁶ 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} (v. quadro n.º 2.6), devem ser adicionadas e o valor temporal resultante deve corresponder a t na fórmula: 5,6 * 10³ t^{0,25}.

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	$H = 30 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 40 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 60 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 100 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 160 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 250 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 400 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 630 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 1,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		
	280-302				
303					
304					
305					
306					
307					
UVB	308				
	309				
	310				
	311				
	312				
	313				
314					
UVA	315-400				
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 $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ se $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ e $t \leq T_2$ se $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ e $t > T_2$	então $E = 10 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ então $H = 18 C_E t^{0.75} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ então $E = 18 C_E T_2^{-0.25} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	
IVA	700-1 400	7 mm	se $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ se $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ e $t \leq T_2$ se $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ e $t > T_2$	então $E = 10 C_A C_C \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ então $H = 18 C_A C_C C_E t^{0.75} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ 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	1 400-10 ⁶	Ver ^c	$E = 1 000 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$		

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 subentendem 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 $10 \text{ s} \leq t < T_1$ e aos limites fotoquímicos para durações mais longas. Os valores de T_1 e T_2 constam do quadro n.º 2.5. O limite do risco fotoquímico para a retina pode também ser expresso como a radiância integrada em ordem ao tempo $G = 10^6 C_B \text{ [J m}^{-2} \text{ sr}^{-1}\text{]}$ 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_i é usada pela CIE; a notação L_p é usada pela CEI e pelo CENELEC.)

c Para comprimentos de onda 1 400-10⁶ 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 .

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	$E = 3 \cdot 10^{10} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	Idêntico aos limites de exposição para o olho				
Visível & IVA	400-700	3,5 mm	$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$H = 200 C_A$	$H = 1,1 \cdot 10^4 C_A t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		$E = 2 \cdot 10^3 C_A \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	
	700-1 400		$E = 2 \cdot 10^{11} C_A \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$\text{[J m}^{-2}\text{]}$				
IVB & IVC	1 400-1 500		$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	Idêntico aos limites de exposição para o olho				
	1 500-1 800		$E = 10^{13} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
	1 800-2 600	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$						
	2 600-10 ⁶	$E = 10^{11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$						

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

QUADRO N.º 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	$\lambda < 450$	$T_1 = 10$ s
	450-500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda-450)}]$ s
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100$ s
Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Válido para efeitos biológicos	Valor
α_{\min}	Todos os efeitos térmicos	$\alpha_{\min} = 1,5$ mrad
Parâmetro enumerado na lista CIPRNI	Intervalos angulares válidos (mrad)	Valor
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha/\alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2/(\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max})$ mrad com $\alpha_{\max} = 100$ mrad
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10$ s
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha-1,5)/98,5}]$ s
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100$ s
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

QUADRO N.º 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)
	$400 < \lambda \leq 1 050$	$T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μ s)
	$1 050 < \lambda \leq 1 400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μ s)
	$1 400 < \lambda \leq 1 500$	$T_{\min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$1 500 < \lambda \leq 1 800$	$T_{\min} = 10$ s
	$1 800 < \lambda \leq 2 600$	$T_{\min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$2 600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{\min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns)