

Definição



Os equipamentos abrangidos pela Diretiva 89/686/CEE são denominados de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), sendo definidos pela própria diretiva como: “qualquer dispositivo ou meio que se destine a ser envergado ou manejado por uma pessoa com vista à sua proteção contra um ou mais riscos suscetíveis de ameaçar a sua saúde bem como a sua segurança”¹.

O calçado de segurança, proteção e ocupacional situa-se neste enquadramento, sendo por isso considerado EPI, pelo que estas tipologias de calçado devem ser

concebidas e fabricadas de forma a satisfazer um conjunto de especificações, de acordo com a categoria em que se enquadram, que visam assegurar uma proteção específica do pé e/ou perna, respondendo assim aos requisitos da Diretiva 89/686/CEE.

A utilização de calçado segurança, proteção e ocupacional visa assegurar uma proteção contra um conjunto de riscos, estando os principais sistematizados na tabela 1.

Tabela 1.

Principais riscos associados ao uso inadequado de calçado		
Riscos físicos	Mecânicos	Quedas, escorregamentos, golpes, impactos, compressões, perfurações, cortes, abrasões, entorses
	Térmicos	Calor, chama, frio
	Elétricos	Eletrocussão, acumulação de energia eletrostática
	Radiações	Exposição a radiações ionizantes e a radiações térmicas
Riscos químicos	Metais pesados	Alergias, irritações, doenças crónicas
	Líquidos	Imersões, salpicos, projeções, contaminações, penetração de líquidos, nomeadamente de água
Riscos biológicos	Fungos e bactérias	Desenvolvimento de germes, aparecimento de fungos e bactérias devidas ao suor, acumulação de humidade

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31989L0686:PT:HTML>

Após análise dos riscos enumerados, o fabricante do EPI deverá identificar quais os riscos que o EPI pretende suprir, selecionando a categoria de risco em que este deve ser integrado. As exigências aplicáveis a todos os EPI determinam que deverão garantir uma proteção adequada contra os riscos incorridos, atendendo a determinados princípios, como a concepção, inocuidade e fatores de conforto e eficácia.

De salientar a resistência ao escorregamento, como um dos aspectos de maior relevância a considerar em todo o calçado, incluindo os EPIs. No local de trabalho devem-se adotar medidas para a redução dos riscos de escorregamento dos trabalhadores, mas se este persistir, o uso de calçado com propriedades de resistência ao escorregamento pode ser a única opção de efetivamente reduzir esse risco.

A própria Diretiva 89/686/CEE define no seu ponto 3. (Exigências suplementares específicas dos riscos a prevenir), uma alínea específica para a prevenção das quedas por escorregamento. Nesta alínea (3.1.2.1), é dito que as solas dos artigos de calçado adequados à prevenção do escorregamento devem ser concebidas,

fabricadas ou dotadas de dispositivos confirmados como adequados, de modo a assegurar uma boa aderência por engrenamento ou por atrito em função da natureza e do estado do solo.

O calçado de segurança, proteção e ocupacional está actualmente sujeito a um conjunto de diretivas e normas de desempenho e é usado para proteger o pé contra lesões provocadas pela queda, choque e deslizamento de objetos pesados, contra cortes provocados por objetos cortantes ou contacto com ambientes agressivos (p.e.: temperaturas elevadas, campos eléctricos, produtos químicos) ou ambientes adversos (p.e.: pisos especiais, pisos escorregadios).

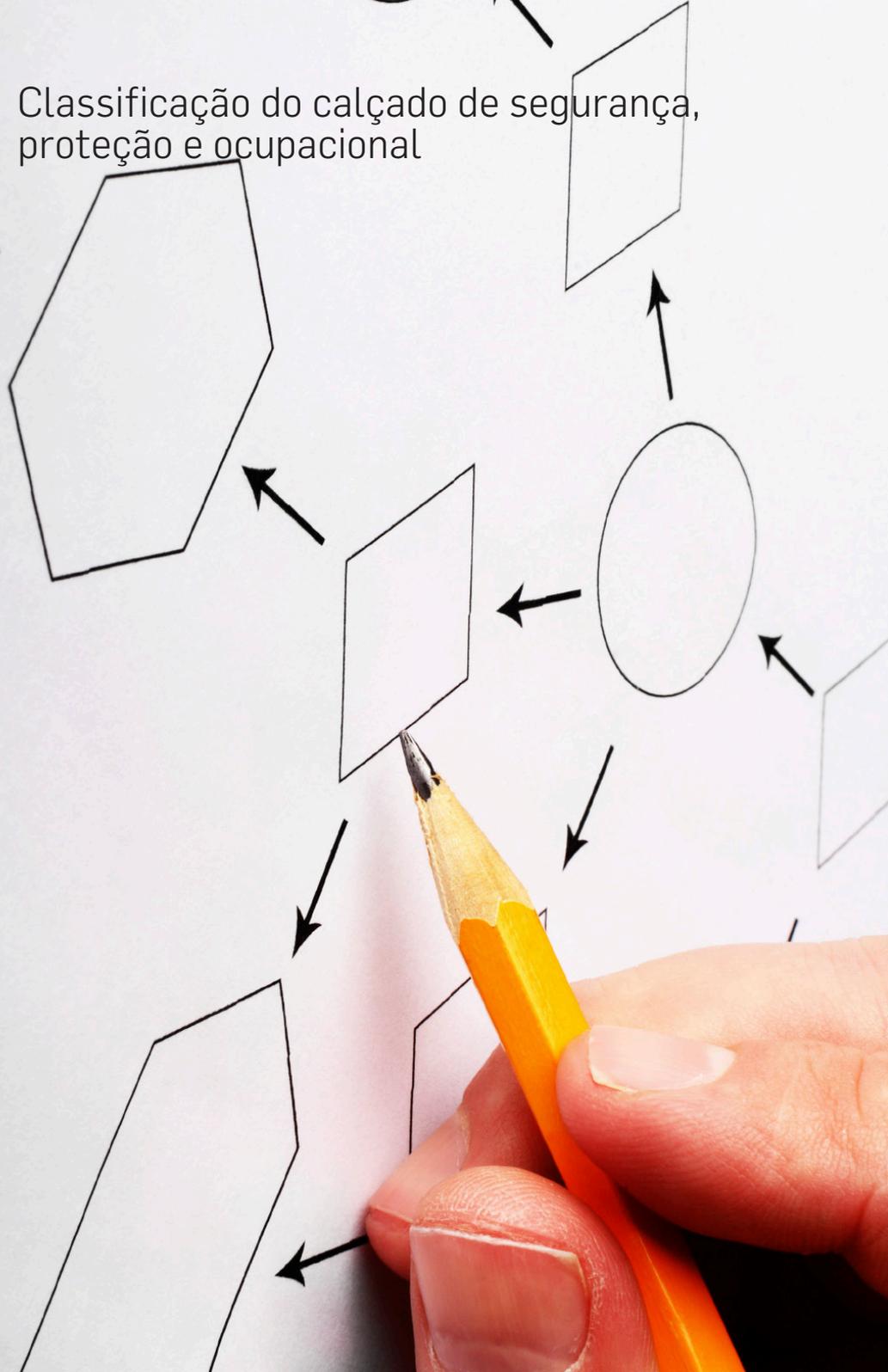
Contudo, para além de assegurar que os EPIs cumpram os requisitos legais é também importante assegurar que estes sejam confortáveis. Os produtores de calçado de segurança devem ter em consideração alguns pontos relevantes, conforme sistematizado na tabela 2.

Tabela 2.

Aspectos a considerar na seleção de calçado de segurança, proteção e ocupacional²	
Corte	Tanto quanto possível, devem-se utilizar materiais como o couro ou outros materiais sintéticos respiráveis. Alguns couros, dependendo da classificação de risco pretendida, podem apresentar acabamentos para garantir a repelência à água e sujidade, utilizando, por exemplo, couros hidrofugados cuja resistência à água é uma característica intrínseca do próprio material.
Forro	Devem-se utilizar materiais respiráveis, que contribuam para manter o pé fresco. Os forros devem preferencialmente ser macios e livres de costuras.
Testeira	Deve apresentar a forma dos pés e ser suficientemente profunda para prevenir a fricção e permitir aos dedos afastarem-se. Este aspecto é especialmente importante no caso das biqueiras de proteção. Se os dedos estiverem devidamente ajustados, não deverá sentir-se a presença da biqueira.
Palmita	Preferencialmente amovível para permitir eventual substituição ou colocação de inserções ou ortóteses. De salvaguardar que estas devem manter características similares às originais.
Calcanheira	A calcanheira deve ajustar-se confortavelmente ao pé, impedindo o calcanhar de escorregar e proporcionar estabilidade do pé no contacto ao solo.
Tacão	Deve apresentar uma base de apoio larga e estável. Este deve contribuir para as características de resistência ao escorregamento.
Sola	Deve apresentar boas propriedades físico-mecânicas, boa flexibilidade, boa capacidade de absorção de impactos para amortecer as asperezas das superfícies duras e uma boa resistência ao escorregamento. Regra geral, materiais como a borracha, TPU, PU e PVC apresentam características que asseguram as propriedades enumeradas.
Aperto	Devem apresentar sistemas de aperto como cordões, fivelas ou velcros para um bom ajuste do pé ao calçado.

² Society of Chiropractors and Podiatrists, *Working Feet: A practical guide to looking after your feet at work*, 2007.

Classificação do calçado de segurança, proteção e ocupacional



2.1. Europa

Relativamente aos EPI para proteção dos membros inferiores, as normas europeias harmonizadas, que permitem verificar as prescrições mínimas de segurança e de saúde utilizadas são:

- EN ISO 20345:2011 -

Calçado de segurança

- EN ISO 20346:2004/Amd.A1:2007 -

Calçado de proteção

- EN ISO 20347:2012 -

Calçado de trabalho para uso ocupacional

Estas normas são caracterizadas por conferirem métodos de ensaios e respetivas especificações para análise da conformidade dos EPI, relativamente aos materiais e dispositivos de proteção que o calçado de trabalho apresente. A norma EN ISO 20345 é específica do calçado de segurança e procura assegurar, consoante o nível/categoria pretendido, proteção aos seguintes riscos, consoante o tipo de calçado utilizado:

- dos pés e pernas contra choques mecânicos;

- dos pés e pernas contra a compressão (estática);

- dos pés contra impactos de quedas e objetos;

- dos pés e pernas contra as agressões físicas (atrato, picadas, cortes, incisões);

- dos pés contra choques elétricos;

- dos pés e pernas contra agentes térmicos (calor, fogo, frio);

- dos pés contra agentes cortantes e escoriantes;

- dos pés e pernas contra a humidade proveniente de operações com uso de água.

O calçado de segurança deve ser equipado com biqueiras de proteção destinadas a fornecer uma proteção eficaz contra impactos de um nível de energia equivalente a 200 J e contra compressões de uma força de 15 kN e deve também apresentar características de resistência ao escorregamento.

O calçado de proteção deve ser equipado com biqueiras de proteção destinadas a fornecer uma proteção eficaz contra impactos de um nível de energia equivalente a 100 J e contra compressões de uma força de 10 kN e deve também apresentar características de resistência ao escorregamento.

Na figura 1 apresenta-se um modelo de calçado de segurança de acordo com a EN 20345. É possível observar na figura o pormenor da biqueira de proteção, característica desta tipologia de calçado. De referir que em termos de montagem e

de componentes, não é possível distinguir o calçado de acordo com a EN 20345 do calçado de acordo com a EN 20346. Como indicado, a diferenciação existe apenas na capacidade de proteção das biqueiras.



Figura 1: Calçado de segurança, de acordo com a EN ISO 20345
Modelo da empresa :
Albano Miguel Fernandes, Lda

Quanto ao calçado de uso ocupacional, este não assegura proteção dos pés contra impactos/quedas de objetos, nem de compressões, devendo contudo apresentar também características de resistência ao escorregamento.

Na figura 2 apresenta-se um modelo de calçado de uso ocupacional de acordo com a EN 20347. É possível observar no pormenor da figura a ausência de biqueira de proteção, assim como da palmilha com resistência à perfuração.



Figura 2. Calçado de uso ocupacional, de acordo com a EN ISO 20347
Modelo da empresa :
Plumex

2.1.1. Classificação do calçado de segurança e ocupacional

Existem duas classificações para o calçado de segurança: Classificação I e II.

O calçado designado como pertencente à classificação I, é constituído por corte em pele ou outros materiais, sendo de excluir o calçado fabricado todo em borracha, poliuretano ou PVC.



Figura 3. Calçado de segurança da classificação I
Modelo da empresa:
Albano Miguel Fernandes, Lda

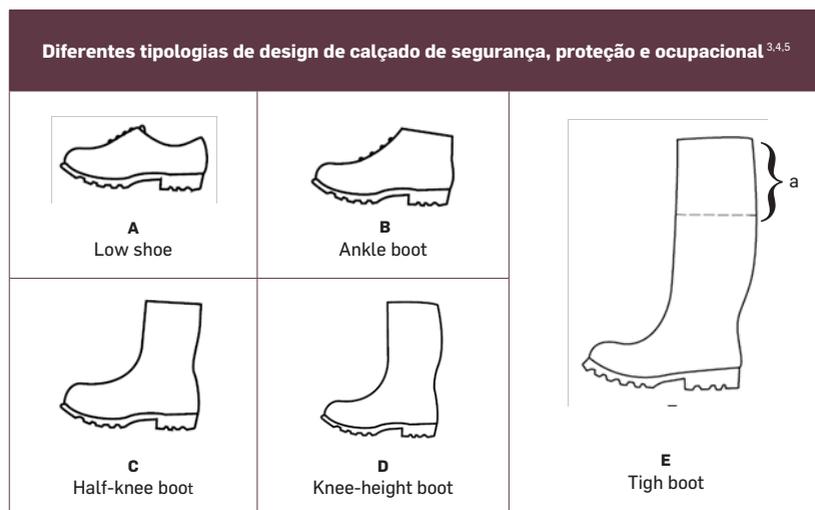


O calçado classificado como II é constituído totalmente por borracha, poliuretano ou PVC, através de processos de vulcanização ou moldagem por injeção.

Figura 4. Calçado de segurança da classificação II
Modelo da empresa:
Planeta Plásticos, S.A.

Adicionalmente, os diferentes EPIs podem distinguir-se segundo diferentes tipos de design (classificados pelas letras A a E), conforme se apresenta na tabela 3.

Tabela 3.



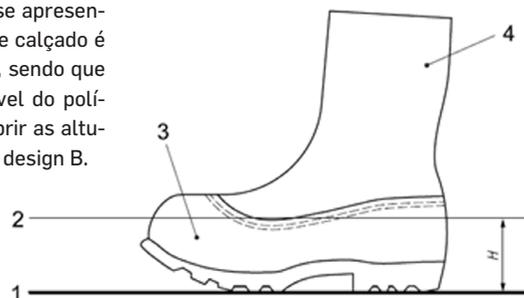
De notar que o design tipo E pode ser uma bota de cano alto (design D) equipada com um material fino impermeável que prolonga a gáspea e que se pode cortar para adaptar à bota do utilizador.

Para além do aspeto anterior, é de referir que o calçado de Classificação II pode estar equipado com um outro material que prolonga a gáspea, conforme se apresenta na figura 5. Esta tipologia de calçado é designada por calçado híbrido, sendo que a altura do ponto inferior visível do polímero (ou borracha) deve cumprir as alturas mínimas requeridas para o design B.

Figura 5. Representação esquemática do calçado híbrido

Legenda:

- 1- Solo
- 2- Ponto inferior visível do polímero (ou borracha)
- 3- Área A
- 4- Área B
- H- Altura de água



2.1.2. Categorias de proteção

Existem quatro categorias de proteção para o calçado pertencente à classificação I e três categorias para o calçado pertencente à classificação II, às quais estão associados determinados ensaios de carácter obrigatório ou de características adicionais, que terão de ser efetuados para avaliação da conformidade do EPI, consoante o nível de risco proposto. As categorias de proteção são designadas pelas letras **S** (segurança), **P** (proteção) e **O** (ocupacional), de acordo com a norma de referência.

Os níveis de proteção são ainda designados por B, 1, 2, 3 para a classificação I e níveis de proteção B, 4 e 5 para a classificação II, aos quais estão associadas as letras anexas S, P ou O.

Assim, pode-se citar a título de exemplo as classificações de risco SB, S1, P2 e O3,

para a classificação I, e SB, P4 e O5, para a classificação II.

Acresce a estas classificações de risco, a classificação relativa à resistência ao escorregamento que, dependendo das condições de ensaio, origina a marcação no calçado de um dos seguintes códigos: SRA, SRB ou SRC.

Na figura 6 é possível observar a imagem do método de ensaio de resistência ao escorregamento do calçado, nas condições de piso cerâmico tendo como lubrificante uma solução aquosa de SDS (água com detergente), cuja aprovação deverá conduzir à marcação SRA.



Figura 6. Método de ensaio de determinação da resistência ao escorregamento do calçado.

³EN ISO 20345, *Personal protective equipment - Safety footwear*, International Standard Organization, 2011.

⁴EN ISO 20346, *Personal protective equipment - Protective footwear*, International Standard Organization, 2004.

⁵EN ISO 20347, *Personal protective equipment - Occupational footwear*, International Standard Organization, 2012.

Na tabela 4 apresenta-se uma sistematização da classificação, níveis de proteção e das categorias para o calçado de segurança, proteção e uso ocupacional.

Tabela 4.

Sistematização das diferentes classificações e categorias para o calçado de segurança e de uso ocupacional			
Classificação	Categoria	Ensaio a efectuar	Código
I	Segurança básica	Ensaio de carácter obrigatório (biqueira de proteção ao impacto até 200 J e à compressão de 15.000 N)	SB, PB ou OB
	Segurança nível 1	Ensaio de carácter obrigatório Propriedades anti-estáticas Absorção de energia no tacão	S1, P1 ou O1
	Segurança nível 2	Ensaio de carácter obrigatório Propriedades anti-estáticas Absorção de energia no tacão Resistência à penetração e absorção de água do corte	S2, P2 ou O2
	Segurança nível 3	Ensaio de carácter obrigatório Propriedades anti-estáticas Absorção de energia no tacão Resistência à penetração e absorção de água do corte Perfuração da sola Área com relevo	S3, P3 ou O3
II	Segurança básica	Ensaio de carácter obrigatório	SB, PB ou OB
	Segurança nível 4	Ensaio de carácter obrigatório Propriedades anti-estáticas Absorção de energia no tacão	S4, P4 ou O4
	Segurança nível 5	Ensaio de carácter obrigatório Propriedades anti-estáticas Absorção de energia no tacão Perfuração da sola Área com relevo	S5, P5 ou O5
I, II	Todas	Resistência ao escorregamento: - Piso cerâmico com água com detergente; - Piso inox com solução de glicerol; - Ambas as condições anteriores	SRA SRB SRC

Adicionalmente, o calçado poderá integrar características de proteção adicionais às previstas nos diferentes níveis de segurança, pelo que deverão constar na etiqueta as letras ou conjunto de letras correspondentes à proteção adicional

que o calçado apresenta, nomeadamente: HRO, P, E, WRU, O, A, CI, HI. Na tabela 5 apresentam-se os riscos e ensaios correspondentes aos códigos de proteção adicional.

Tabela 5.

Riscos e ensaios adicionais e respetivos códigos de identificação		
Proteção adicional	Ensaio a efetuar	Código
Riscos físicos	Resistência da sola ao contacto quente: até 300 °C	HRO
	Resistência da palmilha de proteção à perfuração: 1100 N	P
	Absorção de energia no tacão: 20 J	E
	Gáspea resistente à penetração de água	WRU
Resistência elétrica	Condutiva: resistência máxima de 100 kΩ	O
	Anti-estática: entre 100 kΩ a 1000 MΩ	A
	Isolante (apenas aplicável à classificação II)	Class 0 ou Class 00
Ambientes extremos	Isolamento ao frio	CI
	Isolamento ao calor	HI

2.1.3. Marcação CE de conformidade

Antes de ser colocado no mercado, o calçado de segurança, proteção e ocupacional, após testado e cumprindo os requisitos das normas respetivas, é sujeito à certificação e marcação com a sigla "CE", de conformidade, que materializa a sua conformidade em termos de saúde e segurança segundo as disposições constantes na Diretiva 89/686/CEE, conforme se pode observar na figura 7.

que serviu de base à realização dos ensaios e a Categoria/Nível de proteção que o EPI oferece.



Figura 7. Sigla da marcação "CE", de conformidade.

A marcação CE de conformidade deve ser aposta em cada um dos EPI, na embalagem e no certificado, bem como a norma

Estas aposições deverão ser efetuadas pelo fabricante ou seu mandatário, sempre que o procedimento de avaliação aplicado demonstrar que o EPI satisfaz as exigências da diretiva referida. A marca “CE” deve estar aposta de forma visível, legível e indelével durante o ciclo de vida do EPI. Funcionará como um “passaporte” que permite a livre circulação e reconhecimento deste, em todo o território da União Europeia.



Figura 8. Etiqueta que deve constar no calçado de segurança, proteção e ocupacional.

2.2. Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos, as normas atualmente em vigor aplicáveis ao calçado de proteção são a ASTM F2412-11⁶ e a ASTM F2413-11⁷. Estas normas vêm substituir a especificação anterior, a ANZI Z41 (com mais de 60 anos), que definiu os critérios de desempenho do calçado para proteção dos perigos que afetam a segurança pessoal dos trabalhadores. De acordo com as atuais normas, o calçado de segurança deverá proteger os pés dos trabalhadores dos vários perigos, proporcionando:

1. Resistência ao impacto (I), na região dos dedos;
2. Resistência à compressão (C), na região dos dedos;

Assim, em cada item de calçado, deve ser aposta no interior da língua uma etiqueta, na qual para além da certificação CE, de conformidade, deverá constar a classificação do calçado, assim como a norma que serviu de suporte à caracterização dessa tipologia de calçado. Na figura 8 é possível observar um exemplo de etiqueta, aplicada num modelo de calçado de segurança da classificação S3.

A certificação destes produtos é realizada pelos Organismos Notificados (ON) nacionais acreditados para cada tipologia de produtos. O Centro Tecnológico do Calçado de Portugal (CTCP) é o ON português acreditado para a certificação de calçado segurança, proteção, ocupacional, bombeiro, lenhador (moto-serra) e luvas em pele.

3. Proteção ao impacto nos metatarsos (Mt), reduzindo a possibilidade de lesão dos ossos metatarsais, na frente do pé;
4. Propriedades condutivas (Cd), que reduzem o riscos que podem resultar da acumulação de eletricidade eletrostática;
5. Proteção a riscos elétricos (EH), para proteção do usuário, quando por contacto accidental pisa fios elétricos ativos;
6. Propriedades dissipativas eletrostáticas (SD), para redução dos riscos devidos à excessivamente baixa resistência elétrica do calçado que pode existir quando a dissipação electrostática é requerida;

7. Resistência à perfuração (PR) dos componentes do calçado.

Assim, o calçado de segurança deverá ser submetido aos métodos de ensaio siste-

matizados na ASTM F2412-11 e cumprir os requisitos mínimos especificados na ASTM F2413-11, que se encontram na tabela 6.

Tabela 6.

Requisitos para o calçado de segurança, de acordo com a ASTM F2413-11		
Característica	Requisito	Requisito adicional
1. Resistência ao Impacto (I)	<ul style="list-style-type: none"> • MEN: 12,7 mm interior height clearance, for an impact energy of 101.7 J (Impact 75 product). • WOMEN: 11,9 mm interior height clearance, for an impact energy of 101.7 J (Impact 75 product). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cap number or identification, and toe cap size and R (right) or L (left) shall be permanently stamped.
2. Resistência à Compressão (C)	<ul style="list-style-type: none"> • MEN: 12,7 mm interior height clearance, for a compressive force of 11 121 N (Compression 75 product). • WOMEN: 11,9 mm interior height clearance, for a compressive force of 11 121 N (Compression 75 product). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cap number or identification, and toe cap size and R (right) or L (left) shall be permanently stamped.
3. Calçado de Proteção dos Metatarsos (Mt)	<ul style="list-style-type: none"> • Comply 1. (I) and 2. (C) requirements. • MEN: height of the wax form \geq 25.4 mm for an impact energy of 101.7 J (Mt 75) • WOMEN: height of the wax form \geq 23.8 mm for an impact energy of 101.7 J (Mt 75) 	<ul style="list-style-type: none"> • Shall bear the manufacturer name or trademark or logo and device number or identification and should be stamped or marked.
4. Calçado de Proteção Condutiva (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> • Comply 1. (I) and 2. (C) requirements. • Shall demonstrate resistance between 0 and 500 000 V. 	
5. Calçado resistente a riscos elétricos (EH)	<ul style="list-style-type: none"> • Comply 1. (I) and 2. (C) requirements. • Capable of withstanding the application of 18 000 V (root mean square (rms)), at 60 Hz, for 1 min, with no current flow or leakage current in excess of 1.0 mA, under dry conditions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Footwear outsole can provide protection to the wearer against the hazards by stepping on live electrical circuits, electrically energized conductors, parts or apparatus.
6. Calçado dissipativo eletrostático (SD)	<ul style="list-style-type: none"> • Comply 1. (I) and 2. (C) requirements. • Lower limit of electrical resistance of 106 V (1 megohm) and have an upper limit electrical resistance of 108 V (100 megohms) when tested at 50 V. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nailed heels shall be attached using non-ferrous heel nails.
7. Calçado resistente à perfuração (PR)	<ul style="list-style-type: none"> • Comply 1. (I) and 2. (C) requirements. • Tip of the test pin does not visually penetrate beyond the face of the material nearest the foot, after an applied force of 1200 N. • Puncture resistant devices shall show no signs of de-lamination of layers or cracking after 1.5 million flexes. • Puncture resistant devices shall show no sign of corrosion, de-lamination, or deterioration after being exposed to a 5 % salt solution for 24 h. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puncture resistant protective device shall bear the manufacturer's name or trademark or logo, and device number or identification and be permanently stamped or marked.

⁶ASTM F2412-11, *Standard Test Methods for Foot Protection*, American Society for Testing and Materials, 2011.

⁷ASTM F2413-11, *Standard Specification for Performance Requirements for Protective (Safety) Toe Cap Footwear*, American Society for Testing and Materials, 2011.

Segundo estas normas a classificação obtida por um determinado modelo de calçado é apresentada sob a forma de uma etiqueta, facilmente visível. Na figura 9, apresenta-se a representação esquemática da marcação do calçado de segurança, de acordo com a ASTM F2413-11.



Figura 9. Marcação do calçado de segurança, de acordo com a ASTM F2413-11.

A informação constante na etiqueta está assim organizada da seguinte forma:

- Linha 1: Identifica que é calçado de proteção e que está de acordo com a norma ASTM, com a especificação do ano da versão de norma seguida;

- Linha 2: Identifica o género apropriado e a classificação para a resistência ao impacto e à compressão, conforme se sistematiza na tabela 7.

- Linha 3: utilizada para referenciar requisitos adicionais da norma, em que:

- **I:** Identifica a proteção ao impacto;
- **C:** Identifica a proteção à compressão;
- **Mt:** Identifica calçado desenhado com

proteção da parte da frente do pé (metatarsos), posicionada sobre a biqueira de proteção;

- **Cd:** Identifica proteção aos riscos condutivos;

- **EH:** Identifica calçado com propriedades de isolamento eléctrico;

- **SD:** Identifica calçado que reduz a acumulação excessiva de electricidade estática;

- **PR:** Identifica calçado com resistência à perfuração.

- Linha 4: Deve ser utilizada quando mais de 3 secções desta norma se aplicam a uma categoria.

Tabela 7.

Sistematização das marcações a apresentar no calçado de segurança, segundo a ASTM F2413-11.				
M I/75/C/75 75				
M Male	I Impact Resistant Footwear	75 Impact Rating	C Compression Re- sistant Footwear	75 Compression Rating
F I/75/C/75				
F Female	I Impact Resistant Footwear	75 Impact Rating	C Compression Re- sistant Footwear	75 Compression Rating

A marcação de certificação da ASTM deve aparecer num pé de cada par de calçado, localizada na superfície interior ou exterior da língua, forro do talão (ou cano), conforme se apresenta na figura 10.



Figura 10. Imagem da colocação da marcação, segundo a ASTM.

Tipologias adicionais de calçado de proteção

3.1. Calçado com resistência ao fogo e ao calor

A tipologia de calçado que de imediato se associa quando se refere a calçado com resistência ao fogo é o calçado de bombeiro. De facto, é do senso comum que os bombeiros estão sujeitos a condições extremas, nomeadamente o nível da exposição ao calor. Existem no entanto outras profissões em que se requer uma proteção ao fogo ou ao calor, como por exemplo, fogueiros, soldadores ou até mesmo pilotos profissionais de automobilismo. Contudo, torna-se bastante difícil definir plenamente o ambiente que envolve o utilizador em cada uma das situações específicas.

No caso dos bombeiros, é possível identificar um conjunto de fatores ambientais, físicos, fisiológicos e psicológicos que afetam a sua interação num cenário de fogo. Condensando os dados existentes, foi possível reunir informação suficiente para permitir a definição de intervalos de condições térmicas comuns nestes ambientes extremos, os quais se podem classificar, de modo geral, em três categorias: rotina, perigosa e emergência⁸. Na tabela 8 apresenta-se a sistematização das condições térmicas para as três categorias, segundo diferentes investigadores.

Tabela 8.

Condições térmicas em ambientes de bombeiros.				
Exposição	Temp. do ar (°C)	Fluxo Radiante (cal/cm ² .sec)	Tempo tolerância	Referência
Rotina	100 °C	0,02	25 min	9
Perigosa	120 °C	0,07	10 min	
	160 °C	0,10	1 min	
Emergência	160 - 235 °C	0,23	<1 min	
Rotina	20 - 70 °C	< 0,04	10 - 20 min	10
Perigosa	70 - 300 °C	0,04 - 0,30	1 - 5 min	
Emergência	300 - 1200 °C	0,30 - 5,0	15 - 20 seg	
Rotina	60 °C	0,03	5 - 60 min	11
Perigosa	300 °C	0,20	5 - 20 min	
Emergência	1000 °C	2,50	5 - 20 sec	

⁸Cherilyn N. Nelson, Norman W. Henry, *Performance of Protective Clothing: Issues and Priorities for the 21st Century*, ASTM, p. 36, 2000.

⁹Foster, J. A, Roberts, G. V., *Measurements of the Firefighter Environment - Summary Report*, Fire Engineers Journal, 55 (178), 30-34, 1995.

¹⁰Abbott, N. J., Schulman, S., *Protection from Fire: Nonflammable Fabrics and Coatings*, J. Coated Fabrics, 6, 48-62, 1976.

¹¹Coletta, G. C., Arons, I. J., Ashley, L. E., Drenman, A. P., *Development of Criteria for Firefighters Gloves, Volume II: Glove Criteria and Test Methods*, Arthur D. Little, Inc., Cambridge, MA, 02140.

De acordo com a severidade dos riscos a que os bombeiros estão expostos, a utilização de EPIs torna-se assim indispensável à execução da sua atividade, sob pena de ocorrerem danos severos na saúde do utilizador. Estes equipamentos de proteção individual utilizados pelos bombeiros são por vezes também denominados de equipamentos de proteção ao fogo (EPF). Apresentam por isso características superiores de resistência térmica, quer ao contacto com a chama, quer ao calor radiante, apresentando por isso materiais

que pela sua maior robustez, contribuem no entanto para um peso superior destes EPF.

Assim, a caracterização de propriedades como a resistência à chama e a resistência ao calor radiante, embora não seja aplicável ao calçado de segurança e proteção, torna-se requisito obrigatório no calçado de bombeiro, assim como no calçado para utilização em outros ambientes térmicos industriais exigentes como siderurgias, fundições, soldadura e metalurgia.

3.1.1.1. Calçado de bombeiro

A norma EN 15090¹² (na sua versão recente de 2012), estabelece os requisitos para a identificação, caracterização e marcação do calçado de bombeiro. No calçado de bombeiro, tal como no calçado de segurança, proteção e ocupacional, a classificação atribuída é idêntica, ou seja,

classificação I e II, sendo permitidos os designs do tipo B a E (ver tabela 3). No entanto, definem-se 3 diferentes tipologias de calçado de bombeiro, conforme se apresenta na tabela 9.

Tabela 9.

Diferentes tipologias de calçado de bombeiro.	
Tipo 1.	Intervenções no exterior, fogos e combate a fogos florestais; sem proteção contra a penetração, sem proteção dos dedos e sem proteção contra riscos químicos;
Tipo 2.	Todas as intervenções de supressão do fogo e salvamento, onde são necessárias a proteção contra a penetração e proteção dos dedos, mas sem proteção contra riscos químicos;
Tipo 3.	Todas as intervenções de supressão do fogo e salvamento, onde são necessárias a proteção contra a penetração e proteção dos dedos, incluindo a proteção contra riscos químicos;

Após definição da tipologia de calçado de bombeiro na qual o modelo de calçado em questão se enquadra, este é sujeito aos ensaios de caracterização físico-mecânica e químicos (p. ex. inocuidade) correspondentes, os quais seguem as metodologias aplicáveis ao calçado de segurança. Adicionalmente, existem outros requisitos que o calçado deverá assegurar, específicos da norma EN 15090.

Um desses aspetos, obrigatório a todas as tipologias, é o comportamento térmico do calçado, determinado a partir de três metodologias de ensaio, nomeadamente:

- Isolamento ao calor (banho de areia);
- Resistência ao calor radiante;
- Resistência à chama.

No ensaio do isolamento ao calor, também conhecido por banho de areia, o calçado é colocado sob uma plataforma metálica recoberta por areia, com aquecimento controlado termostaticamente. A camada de areia deverá recobrir até uma altura de 30 mm, sendo este banho de areia pré-aquecido durante duas horas até se atingir uma temperatura de equilíbrio segundo o método de ensaio selecionado. O calçado (no qual se coloca previamente uma sonda de temperatura na palmilha de acabamento, junto à biqueira, e se preenche o interior com esferas metálicas) é então colocado no banho de areia até que a sola contacte com a plataforma quente, sendo a areia nivelada em torno deste. É então determinada a subida de temperatura no interior do calçado após 30 ou 40 minutos de exposição (segundo o requisito pretendido) sendo que, por exemplo, para uma tempe-

ratura do banho de 250°C (que corresponde a um tempo de exposição de 40 minutos) a subida de temperatura terá que ser inferior a 42°C para existir uma aprovação do calçado e simultaneamente não se verificar qualquer danificação da sola, nem descolagem da sola ao corte.

No ensaio da resistência ao calor radiante, o corte do calçado é exposto a uma fonte de calor radiante (que apresenta uma temperatura de 1100 °C), sendo aplicada uma densidade de fluxo de calor de 20 kW/m². O corte deverá suportar uma exposição de 40 segundos, sem que exista um aumento de temperatura superior a 24 °C no interior.

No ensaio da resistência à chama, todas as partes exteriores do calçado são expostas a uma chama pré-definida, durante 10 segundos. Após remoção da chama, o calçado e as suas partes constituintes deverá auto-extinguir-se, quer em chama, quer em incandescência, num período de tempo inferior a 2 segundos. Nas figuras 11 a 13 apresentam-se as imagens dos ensaios de caracterização do comportamento térmico do calçado de bombeiro.



Figura 11. Determinação do isolamento ao calor.

¹²EN 15090:2012, *Footwear for Firefighters*, Comité Europeu de Normalização, 2012.

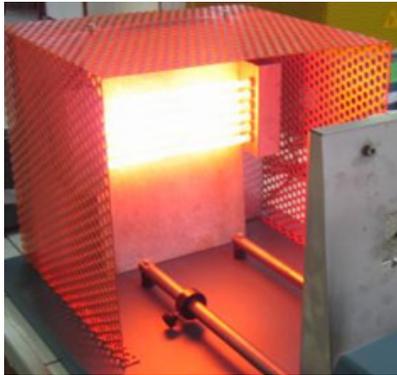


Figura 12. Determinação da resistência ao calor radiante.

Para além destas propriedades, o calçado de bombeiro poderá apresentar propriedades adicionais, como propriedades anti-estáticas, resistência à penetração e propriedades de isolamento elétrico. Assim, de acordo com as tipologias e aprovação nas diferentes propriedades, deve-



Figura 13. Determinação da resistência à chama em calçado de bombeiro.

rá classificar-se o calçado de acordo com um conjunto de símbolos (sendo o número relativo à tipologia e classificação de risco e a letra relativa à propriedade adicional), conforme se sistematiza na tabela 10.

Tabela 10.

Listagem dos símbolos aplicáveis ao calçado de bombeiro.		
Classificação	Símbolo	Propriedades
Tipo 1.	F1A	Todos os requisitos normativos e propriedades anti-estáticas (A)
	F1PA	Todos os requisitos normativos, resistência à penetração (P) e propriedades anti-estáticas (A)
	F1I	Todos os requisitos normativos e propriedades de isolamento elétrico (I)
	F1PI	Todos os requisitos normativos, resistência à penetração (P) e propriedades de isolamento elétrico (I)
Tipo 2.	F2A	Todos os requisitos normativos e propriedades anti-estáticas (A)
	F2I	Todos os requisitos normativos e propriedades de isolamento elétrico (I)
Tipo 3.	F3A	Todos os requisitos normativos e propriedades anti-estáticas (A)
	F3I	Todos os requisitos normativos e propriedades de isolamento elétrico (I)

Após certificação do calçado pelo organismo notificado, o calçado de bombeiro deverá apresentar o correspondente pictograma de marcação CE, o qual deverá apresentar-se na parte superior de cada item de calçado, conforme se apresenta na figura 14.

Figura 14. Pictograma de marcação CE de calçado de bombeiro.



3.1.2. Calçado de soldadura e fundição

Uma outra tipologia de calçado de resistência térmica superior é o calçado utilizado nas operações de soldadura e fundição. Até muito recentemente não existia um método definido para a caracterização destas tipologias de calçado, mas o cenário alterou-se com a publicação da norma EN ISO 20349 em Dezembro de 2011¹³. Esta nova norma de calçado de proteção contra riscos térmicos e salpicos de metal fundido (como os encontrados em fundições e soldadura), na mesma lógica do observado para a norma de calçado de bombeiro, veio estender os requisitos do calçado de segurança da EN ISO 20345:2011 para o uso em fundições, soldadura e indústrias similares.

De acordo com esta metodologia de ensaio, cujo procedimento se encontra descrito na EN 348:1992¹⁴, uma tocha de oxiacetileno derrete um veio em ferro, sendo as gotas fundidas (de massa e velocidade de queda especificadas na norma) direcionadas a um provete verticalmente orientado. O provete, retirado do corte do calçado, incorpora um sensor de temperatura, permitindo a determinação da

temperatura na parte interior. Segundo os requisitos da EN 20349:2010, o material de ensaio deve ser sujeito pelo menos à queda de 25 gotas, não devendo ocorrer uma subida de temperatura superior a 40°C. Adicionalmente, deve-se realizar uma avaliação visual sobre as condições do material após o término do ensaio.

Assim, o calçado para além de cumprir as disposições da EN ISO 20345 (calçado de segurança) deverá apresentar características adicionais, tais como:

- Resistência aos efeitos do metal fundido (Ferro ou alumínio, FE e AL);
- Resistência aos salpicos de metal fundido (WG);
- Resistência do corte à transmissão de calor por contacto (HRO);
- Resistência à chama do material do corte;
- Isolamento ao calor do conjunto de sola (HI1 ou HI3)

¹³EN ISO 20349:2010, *Personal protective equipment - Footwear protecting against thermal risks and molten metal splashes as found in foundries and welding - Requirements and test methods*, International Standard Organization, 2010.

¹⁴EN 348:1992, *Protective clothing - Determination of behaviour of materials on impact of small splashes of molten metal*, European Committee for Standardisation, 1992.

São distinguidos o calçado de fundição e o calçado de soldadura. Os modelos de calçado de fundição apenas podem pertencer à classificação I, sendo que o calçado de soldadura pode ser de classificação I ou II. Outras diferenças podem-se observar em termos das características adicionais requeridas. Por exemplo, a resistência aos efeitos do metal fundido apenas é aplicável ao calçado de fundição, enquanto a resistência aos salpicos de metal fundido é obrigatória para o calçado de soldadura e opcional para o calçado de fundição.

De acordo com as características apresentadas, o calçado deverá apresentar na etiqueta a norma aplicável (neste caso a EN ISO 20349), a categoria de proteção (conforme tabela 4, calçado de segurança) e as proteções adicionais: resistência do corte à transmissão de calor por contacto, HRO, isolamento ao calor do conjunto de sola, HI1 ou HI3 (estas de acordo

com a tabela 5), resistência aos efeitos do metal fundido, FE e/ou AL e resistência aos salpicos de metal fundido WG; Na figura 15 apresenta-se um exemplo de uma bota com marcação CE de acordo com o definido na EN ISO 20349.



Figura 15. Calçado resistente ao calor, segundo EN ISO 20349 S3 HI3/HRO/Fe/AL.

3.2. Calçado de protecção ao corte por motosserra

Os pés e pernas são das partes do corpo mais expostas aos riscos da utilização de motosserras. Entre os riscos associados às operações com a motosserra identificam-se a queda de árvores e/ou troncos, o ruído, as vibrações, destacando-se no entanto o corte por lâmina, como uma das principais causas de lesões nos membros inferiores. Importa assim que o calçado resistente ao corte por motosserra apresente para além das características de protecção ao impacto, queda de objetos e resistência à perfuração, uma resistência efetiva ao corte provocado com contacto da lâmina da motosserra.

Em termos de materiais e soluções construtivas podem-se observar três mecanismos diferentes de protecção:

- Paragem da corrente;
- Empastelamento (entupimento);
- Resistência ao corte.

A paragem da corrente é a ação resultante quando materiais protetores da perna ou do pé abrandam a corrente ou entopem a roda dentada motriz, de forma suficiente para prevenir o avanço da corrente da serra. O empastelamento, ou entupimento, é a capacidade de um material parar o mo-

vimento da corrente, independentemente da resistência ao corte.

A resistência ao corte é a capacidade de um material, quando em contacto com os dentes da corrente, resistir à penetração dos dentes de uma motosserra em movimento, independentemente do empastelamento.

A paragem da corrente observa-se normalmente quando se ensaiam fibras de elevada resistência e feltros.

O empastelamento é produzido por alguns materiais de malha ou tecidos soltos que se libertam. A resistência ao corte é comum em botas de borracha, em que os dentes da corrente escorregam sobre a borracha macia¹⁵.

Actualmente, a resistência do calçado ao corte por motosserra é determinada segundo os requisitos da norma EN ISO 17249:2004 + A1:2007, sendo que decorre presentemente uma revisão desta norma. Neste ensaio o calçado poderá apresentar diferentes classes de protecção, nomeadamente classes 2, 3 e 4, a que correspondem velocidades de rotação da corrente de 24, 28 e 32 m/s, respetivamente, as quais o caracterizam. Relativamente a outros equipamentos de resistência ao corte por motosserra, por exemplo,

Figura 16. Imagem do corte na zona da garganta num calçado resistente ao corte por motosserra.

luvas em pele, deverão cumprir-se os requisitos apresentados na EN 381-4, sendo que esta prevê a existência de apenas três classes, nomeadamente, as classes 1, 2 e 3, a que correspondem velocidades de rotação da corrente de 20, 24 e 28 m/s. De salientar que o calçado é o único equipamento de protecção individual com resistência ao corte por motosserra ao qual se aplica a classe 4.

A resistência ao corte por motosserra é ensaiada em quatro possíveis posições distintas, sendo destas três obrigatórias no calçado com biqueira metálica e quatro obrigatórias no calçado com biqueira não metálica (sendo neste caso obrigatória a posição sobre a biqueira). As posições de corte são as seguintes:

- Zona da gáspea;
- Zona da garganta;
- Zona da perna;
- Na biqueira, para calçado com biqueiras não metálicas.

Na figura 16 apresenta-se uma imagem de um modelo de calçado após ensaio do corte por motosserra na zona da garganta.



¹⁵Arteau, J., Turcot, D., *Energy as Performance Criterion for Chain Saw Protective Clothing*, Performance Protective Clothing: Fourth Volume, ASTM STP 1133, James P. McBriarty and Norman W. Henry, Eds., p. 703-716, 1992.

Assim, como acontece para as tipologias de calçado resistentes ao fogo e ao calor, o calçado resistente ao corte por motosserra para além de cumprir este requisito terá que necessariamente cumprir as disposições da EN ISO 20345 (calçado de segurança). Os modelos de calçado que satisfaçam todos estes requisitos (contemplados na EN ISO 17249:2004 + A1:2007), poderão ser submetidos ao processo de certificação, devendo assim apresentar o correspondente pictograma de marcação CE, o qual se pode visualizar na figura 17.



Figura 17. Pictograma para marcação CE de calçado com resistência ao corte por motosserra.

O CTCP dispõe de laboratório acreditado, com capacidade de realização do ensaio de resistência ao corte por motosserra em calçado e luvas em pele e da correspondente certificação.