



**CALÇADO
RESISTENTE
À ÁGUA**

Materiais e calçado resistentes à água e “respiráveis”

Desenvolvimento, testes e especificações

Ficha técnica

Título

Estudo — Calçado Resistente à Água
CTCP - Centro Tecnológico do Calçado de Portugal

Textos

CTCP

Projecto gráfico e paginação

André Oliveira

Abril 2018 . TODOS OS DIREITOS RESERVADOS



1. Introdução

O calçado com gáspea em couro e entressola e sola em materiais poliméricos domina na atualidade a produção portuguesa de calçado. Este tipo de calçado dependendo das características do couro e de outros materiais e produtos químicos aplicados nas gáspeas, assim como, das técnicas de construção e montagem utilizadas, poderá ser bastante resistente à água e ao mesmo tempo “respirável”.

O calçado injetado em materiais poliméricos, mais conhecido como galochas, é indubitavelmente o calçado com maior resistência à água, podendo mesmo ser referenciado como calçado à prova de água, se não tiver qualquer ponto de fuga. No entanto, associada à excelente resistência à água está uma baixa, ou mesmo ausência, de respirabilidade que contribui para um desconforto do pé devido à acumulação de humidade no interior.

Nos últimos anos, assistimos ao desenvolvimento de novos materiais de couro, acabamentos e técnicas que permitem obter calçado em couro bastante resistente à água. Assistimos igualmente ao crescimento do calçado polimérico no mercado dos produtos de moda e à inclusão de melhorias para promover um maior conforto do pé durante a utilização deste tipo de calçado. No entanto, a utilização de materiais impermeáveis dificilmente permite a passagem da humidade para o exterior.

Apresentam-se em seguida as principais características dos materiais que contribuem para a resistência à água do calçado com gáspea em couro.

1.1 Couro

O couro com propriedades de barreira à água pode ser definido de acordo com o tipo de ação que este estabelece com a água, nomeadamente:

1. Couro repelente à água – capacidade da superfície do couro para resistir ao humedecimento (fenómeno superficial);

2. Couro resistente à água – capacidade do couro para resistir à absorção e transmissão de água (características da secção transversal do couro);

3. Couro impermeável – couro que não permite a passagem de água através da sua espessura em qualquer condição (características da secção transversal do couro).

A penetração de água através do couro em condições estáticas pode ser entendida como um humedecimento inicial da superfície, seguido de uma transferência da água através secção transversal do couro. A passagem da água através da secção transversal do couro é o resultado da ação da capilaridade ou humedecimento das fibras. Este mecanismo é mais complicado em condições dinâmicas, nomeadamente as asso-

ciadas a flexões, e depende da natureza das tensões envolvidas nas condições dinâmicas.

O couro com propriedades barreira à água tem como objetivo manter o pé seco, ou seja, não permitir a passagem de água do exterior para o interior do sapato e facilitar a saída da humidade libertada pelo pé e acumulada no interior do sapato para o exterior. Assim, num couro com propriedades de barreira à água é necessário considerar as seguintes características:

1. absorção de água em condições dinâmicas;
2. transmissão de água em condições dinâmicas, sendo necessário considerar a taxa de penetração;
3. durabilidade da propriedade de resistência à absorção e transmissão de água.

A hidrofugação é uma modificação do couro para conferir propriedades de resistência e barreira à água reduzindo a sua absorção. Os requisitos para uma boa hidrofugação do couro incluem uma resistência através de toda a sua estrutura e redução da absorção de água, devendo estas características manter-se em condições estáticas e dinâmicas.

No mercado encontram-se disponíveis diversos fornecedores de couro nacionais e internacionais que comercializam couros hidrofugados curtidos com sais de crómio, mais comuns e com resistências superiores de resistência à água. Mais recentemente, o mercado disponibiliza couros de couro hidrofugados, sem utilização de curtume com crómio, ainda que estes, ainda apresentem normalmente resistências à água inferiores. O couro hidrofugado deve ser selecionado considerando vários aspetos, nomeadamente, o nível de resistência à água desejado, o tipo de aplicação final e o preço.

1.2 Membranas

Os materiais de forro laminado com membranas resistentes à passagem de água e permeáveis ao vapor de água podem também ser usadas na produção de calçado com maior resistência à água. Atualmente, este tipo de materiais é mais utilizado em calçado técnico de elevado desempenho usado em aplicações mais específicas, como por exemplo, algum calçado de trabalho, calçado de inverno, de montanha ou golfe.

Normalmente, as membranas são laminadas entre um material de forro, que está em contacto com o pé, e uma cada protetora para facilitar o seu manuseamento durante a produção do calçado e conferir maior resistência. As membranas são produzidas em materiais poliméricos muito finos, podendo rasgar e perfurar facilmente durante o seu manuseamento.

No mercado é possível encontrar diferentes tipos de membranas podendo referir-se as membranas de poliéster hidrofílicas, e as membranas microporosas em politetrafluoretileno e poliuretano. A estrutura das membranas permite a bloqueio à passagem de água e a passagem do vapor de água para o exterior.

Nas membranas de poliéster hidrofílicas, a passagem de água é prevenida, diretamente, pela membrana que é completamente fechada e não porosa. O vapor de água formado por transpiração passa para o exterior por difusão¹.

No caso das membranas microporosas o tamanho dos poros permite a passagem das moléculas de vapor, mas não as gotas de água. Este tipo de estrutura permite a passagem de água desde que tamanho do poro seja menor do que o tamanho da gota de água, mas maior do que as moléculas de vapor de água.

A diferença entre a membrana de poliéster hidrofílica e a membrana microporosa é basicamente que esta última é mais delicada comparativamente à membrana de poliéster hidrofílica, devido à sua estrutura.

No mercado existem fornecedores nacionais e internacionais deste tipo de materiais laminados, e fabricantes que adquirem as membranas e as laminas com os forros que as empresas de calçado desejarem.

¹(difusão molecular - osmose. A passagem de moléculas de vapor através dos espaços intermoleculares ocorre devido à diferença de humidade relativa e é ampliada por polímeros especiais que contêm grupos químicos hidrofílicos capazes de ativar as moléculas de vapor de água. Acelerando a migração molecular através da membrana, este fator determina o grau de transpiração do material usado. Permitindo manter o pé seco, a estrutura fechada do material garante as características de impermeabilidade).



2. Calçado em couro resistente à água: linhas de orientação

Neste ponto descrevem-se linhas de orientação que servem de base ao desenvolvimento de calçado em couro, com maior resistência à água e sem utilização de membranas.

A utilização de membranas requer cuidados adicionais no seu manuseamento, algumas alterações ao nível do processo produtivo e tecnologia que não se encontram disponíveis em todas as empresas de calçado. Pelo que, este processo não será abordado neste ponto.

I. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS PARA CALÇADO RESISTENTE À ÁGUA

1. Couro bastante hidrofugado, com baixa capacidade de absorção e penetração de água.
2. Linhas de costura hidrofugadas/resistentes à água e agulhas de ponta redonda
3. Fechos (se aplicável ao modelo) com proteção resistente à água.
4. Atacadores hidrofugados/resistentes à água, com baixa capacidade de absorção de água.
5. Produto polimérico flexível para selar as costuras no interior, podendo apresentar-se sob a forma de emulsão “tipo cola”, fita “tipo fita cola” ou filme.

II. ESPECIFICAÇÕES DO MODELO DE CALÇADO RESISTENTE À ÁGUA

1. O modelo de deverá conter o mínimo de costuras no corte e deve assegurar-se que estas não se encontram em zonas de flexão ou tensão na gáspea.
2. Modelos contendo fechos, para eliminar zonas de entrada de água, devem:
 - (1) estar colocados acima da união sola/corte (na zona de sobreposição da costura).
 - (2) ser resistentes à água
3. Modelos com atacadores, para eliminar zonas de entrada de água, devem:
 - (1) conter um fole entre a zona da lingueta e o corte e devem ser minimizadas as arestas de material cortado; e/ou
 - (2) uma proteção exterior em couro sobre a zona dos ilhós.
4. A sola deve ser diretamente injetada/colada ao corte.

III. ESPECIFICAÇÕES DA PRODUÇÃO

1. Todas as costuras que unem as peças do corte devem ser bem isoladas no interior, usando um produto polimérico isolante adequado. O selante deve ser aplicado de forma localizada sobre as costuras para não diminuir as propriedades de permeabilidade ao vapor de água/respirabilidade dos materiais.
2. A sola deve ser colada ou injetada diretamente ao corte para evitar pontos de costura e, consequentemente, pontos de entrada de água.



3. Testes e Especificações

Os sistemas de normalização estabelecem diversos métodos de teste para a avaliação das propriedades de resistência à água dos materiais para calçado e do calçado completo. Os testes podem ser realizados em condições estáticas e dinâmicas devendo ser selecionados considerando o nível de resistência/barreira à água pretendido e a aplicação final do calçado. Em seguida descrevem-se os métodos que se consideram de maior relevância para avaliação dos materiais e produtos de calçado e que são realizados nos laboratórios do Centro Tecnológico do Calçado de Portugal em Felgueiras e em São João da Madeira.

3.1 Resistência à água dos materiais de corte

3.1.1 Teste Bally

O teste Bally é um método dinâmico que permite avaliar as propriedades de penetração e absorção de água dos materiais de couro e outros materiais de corte para calçado, usando o sistema Bally (Figura 1). A realização deste teste consiste em colocar uma amostra do material, parcialmente imersa num banho de água, sendo sujeita a um movimento horizontal, durante um período definido. A amostra é pesada antes e após este período e determinada a absorção de água pelo material. No interior da amostra é colocado um material absorvente, sendo este pesado antes e após o período de realização do teste, para determinar a quantidade de água que atravessa a espessura do material. Na tabela 1 seguinte encontram-se os testes normativos que poderão ser usados para testar os materiais de calçado.

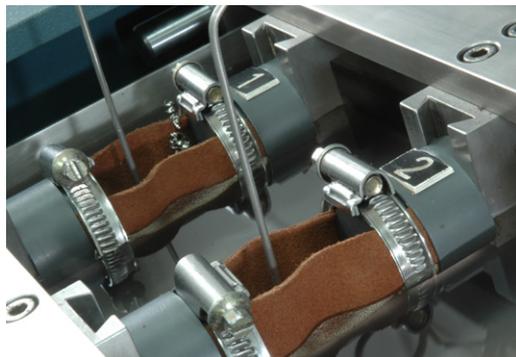


Figura 1 – Equipamento Bally

Tabela 1 – Testes normativos para avaliação da resistência à água dos materiais para calçado – Bally.

Referência	Norma
ISO 17702	Calçado – Teste para corte – Resistência à água
ISO 5403-1	Couro – Determinação da resistência à água para couro flexível – Parte 1: compressão linear
ISO 20344 (6.13)	Equipamento de proteção individual – Métodos de teste para calçado - Determinação da penetração e absorção de água no material de corte

Na tabela 2 encontram-se exemplos de especificações por tipo de calçado para as propriedades de resistência à água.

Tabela 2 – Especificações para os materiais de corte para utilização em calçado de segurança, casual e calçado para utilização em condições frias – Bally.

Referência	Calçado de segurança	Calçado Casual		Calçado para condições frias
		Resistente	Muito resistente	
Tempo de ensaio / penetração (min)	60	≥ 60	≥ 180	≥ 240
Absorção (%)	≤ 30	≥ 20	≥ 25	≥ 20
Penetração (g)	≤ 0,2	(---)	(---)	(---)

3.1.2 Teste Maeser

O teste Maeser é um método dinâmico, mais exigente do que o teste Bally, que permite avaliar a penetração inicial da água através da espessura e a água absorvida pelo couro. A realização deste teste consiste em colocar a amostra de couro no suporte, com forma em V, do sistema Maeser, a amostra é mergulhada num banho de água e colocadas esferas metálicas no interior da amostra (Figura 2). Este teste permite detetar a passagem de água através do material e a quantidade de água absorvida pelo material durante a realização do teste. Na tabela 3 seguinte encontram-se os testes normativos que poderão ser usados para testar os materiais de calçado.

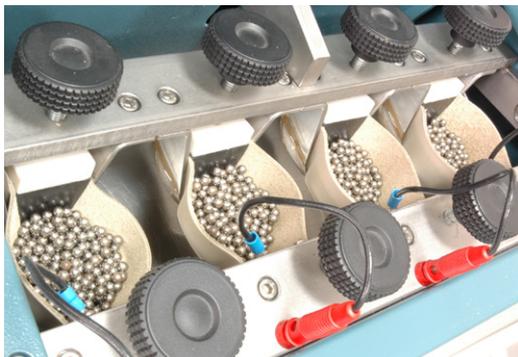


Figura 2 – Equipamento Maeser

Tabela 3 – Testes normativos para avaliação da resistência à água dos materiais para calçado – Maeser.

Teste	Norma
ISO 5403-2	Couro – Determinação da resistência à água para couro flexível – Parte 2: compressão angular (Maeser)
ASTM D 2099	Resistência à água dinâmica do couro pelo teste de penetração de água Maeser

Na tabela 4 encontram-se as especificações por nível de resistência à água dos materiais.

Tabela 4 – Especificações para os materiais de corte por nível de resistência à água – Maeser.

Propriedade	Resistência média	Resistência Boa		Resistência excelente
Número de ciclos para a primeira passagem de água detetada	Entre 1 000 e 5 000	Entre 5001 – 10000	Superior a 10 001	≥ 240

3.2 Resistência à água do calçado

3.2.1 Ensaio de uso

O ensaio de uso consiste em caminhar, um determinado número de passos, numa superfície com um determinado nível de água (Figura 3), sendo avaliada a extensão da entrada de água no final do teste. Na tabela 5 seguinte encontram-se os testes normativos que poderão ser usados para testar os produtos de calçado.



Figura 3 – Vala para determinação da resistência à água do calçado completo

Tabela 5 – Testes normativos para avaliação da resistência à água do calçado completo – teste da vala.

Teste	Norma
EN 13073	Calçado – Teste para calçado completo – Resistência à água
ISO 20344 (5.15.1)	Equipamento de proteção individual – Métodos de teste para calçado - Teste da Vala

Na tabela 6 encontram-se as especificações por nível de resistência à água dos produtos de calçado.

Tabela 6 – Especificações para calçado completo – teste da vala.

Propriedade	Calçado de segurança
Número de passos	100
Área húmida no interior do sapato (cm ²)	3

3.2.2 Teste dinâmico

O teste dinâmico de resistência à água consiste em colocar o sapato no sistema de flexão e mergulhar num tanque com água (Figura 4) a uma profundidade definida. O calçado é fletido durante um período determinado, sendo avaliada a extensão da entrada de água no final do teste. Na tabela 7 seguinte encontram-se o teste normativo que poderá ser usado para testar os produtos de calçado.



Figura 4 – Equipamento para avaliação da resistência à água do calçado completo.

Tabela 7 – Testes normativos para avaliação da resistência à água do calçado completo – teste dinâmico.

Teste	Norma
ISO 20344 (5.15.2)	Equipamento de proteção individual – Métodos de teste para calçado - Teste dinâmico

Na tabela 8 encontram-se as especificações por nível de resistência à água dos produtos de calçado.

Tabela 8 – Especificações para calçado completo – teste dinâmico.

Propriedade	Calçado de segurança
Tempo (min.)	80
Área húmida no interior do sapato (cm ²)	3

3.3 Permeabilidade ao vapor e absorção de água dos materiais e calçado

A permeabilidade e a absorção do vapor de água são propriedades de grande relevância para o conforto do pé no interior do calçado, e uma vez que as soluções existentes para o calçado resistente à água normalmente prejudicam estas propriedades, a sua avaliação é de grande relevância.

A permeabilidade ao vapor de água dos materiais e do calçado está relacionada com a capacidade que os materiais têm em deixar passar para o exterior do sapato a humidade gerada no interior do sapato. O teste de permeabilidade ao vapor de água consiste em colocar o material na entrada de um frasco, com a tampa aberta e que contém material sólido dessecante, fazendo-se passar uma corrente forçada de ar (Figura 5). O frasco é pesado antes e após o ensaio e determinada a humidade que passa através dos materiais e é absorvida pelo material dessecante. A capacidade de absorção do vapor de água é determinada colocando o material no topo de um recipiente com 50 ml de água durante o período do teste. A massa é pesada antes e após o ensaio e determinada a quantidade de humidade absorvida pela amostra. Na tabela 9 seguinte encontram-se os testes normativos que poderão ser usados para testar os materiais de calçado.



Figura 5 – Equipamento para avaliação da permeabilidade ao vapor de água

Tabela 9 – Testes normativos para avaliação da resistência à água dos materiais para calçado - permeabilidade ao vapor de água e absorção.

Teste	Norma
ISO 20344 (6.6, 6.7 e 6.8)	Equipamento de proteção individual – Métodos de teste para calçado – permeabilidade ao vapor de água, absorção do vapor de água e coeficiente do vapor de água
ISO 17699	Calçado – Método de teste para corte e forro – Permeabilidade ao vapor de água e absorção

Na tabela 10 encontram-se exemplos de especificações do material de corte, por tipo de calçado, para as propriedades de permeabilidade e absorção do vapor de água.

Tabela 10 – Especificações para o material de corte – permeabilidade ao vapor de água e absorção.

Propriedade	Calçado de segurança	Calçado Casual	Calçado para condições frias
Permeabilidade ao vapor de água (PVA) mg/(cm ² ·h)	≥ 0,8	≥ 0,8	≥ 240
Coeficiente de vapor de água (mg/cm ²)	≥ 15	(---)	(---)
Absorção do vapor de água (mg/cm ²)		≥ 8,0 (se 0,8 ≤ PVA < 2,0)	≥ 5,0 (se 0,8 ≤ PVA < 2,0)

Centro Tecnológico
do Calçado de Portugal

Sede
Rua de Fundões - Devesa Velha
3700 - 121 S. João da Madeira
Tel. (+351) 256 830 950
Fax (+351) 256 832 554

Extensão
Rua Dr^º Luís Gonzaga da
Fonseca Moreira
Margaride
4610 - 117 Felgueiras
Tel. (+351) 255 312 146
Fax (+351) 255 312 957