



PROGRAMA DE QUALIDADE DA FIFA  
PARA GRAMADO DE FUTEBOL

# MANUAL DE TESTE I: MÉTODOS DE TESTE

EDIÇÃO DE ABRIL DE 2024

CONTEÚDO

01.

VISÃO GERAL	6
1. Introdução	7
2. Referências normativas	7
3. Amostras de teste de laboratório	7
Tabela 1 – tamanho mínimo do teste espécimes	7
Tabela 2 – coordenadas do pino posições (centro do pino)	9
4. Condições de teste	10
5. Testes de campo (local)	10
6. Posições de teste de campo	10
7. Imagens de vídeo de testes de campo (local)	11
8. Bolas usadas para teste	11
9. Pitões de futebol usados para teste	11

02.

JOGADOR-E-SUPERFÍCIE E FUTEBOL E SUPERFÍCIE INTERAÇÃO	12
10. Determinação do rebote da bola (Método de Teste FIFA 2024-01)	13
11. Determinação do rolamento da bola (Método de Teste FIFA 2024-02)	14
12. Determinação da redução do rolamento da bola (Método de Teste FIFA 2024-02a)	17
13. Determinação da absorção de choque (Método de Teste FIFA 2024-03)	20
14. Determinação da deformação de pico (Método de Teste FIFA 2024-04)	27
15. Determinação do retorno energético (Método de Teste FIFA 2024-05)	30
16. Determinação da altura crítica de queda (EN 17435 Método A)	32

17. Determinação do pico de torque (Método de Teste FIFA 2024-06)	32
18. Determinação da rigidez ao cisalhamento rotacional (Teste FIFA Método 2024-07)	36
19. Procedimento para avaliação da planaridade da superfície (Teste FIFA Método 2024-08)	37
20. Procedimento para inspeção visual do campo (Método de Teste FIFA 2024-09)	38
21. Determinação do atrito e abrasão da pele e da superfície (Método de Teste FIFA 2024-10)	39

03.

IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E TEMPERATURA ARTIFICIAL	46
22. Procedimento para intemperismo artificial (Método de Teste FIFA 2024-11)	47
23. Determinação da retenção de calor em produtos de grama sintética para futebol (Método de Teste FIFA 2024-12)	48
24. Procedimento para simulação de desgaste mecânico em relva artificial – Lisport XL (Método de Teste FIFA 2024-13)	52
25. Determinação do splash de preenchimento e do rebote da bola em ângulo (Método de Teste FIFA 2024-14)	58
26. Procedimento para calorimetria diferencial de varredura (Método de Teste FIFA 2024-15)	62
27. Procedimento para análise termogravimétrica (Método de Teste FIFA 2024-16)	64
28. Determinação do teor de estabilizante UV em fios de grama artificial (Método de Teste FIFA 2024-17)	66
29. Determinação da distribuição granulométrica de materiais de enchimento granulados (Método de Teste FIFA 2024-18)	68

30. Determinação da profundidade de preenchimento (Método de Teste FIFA 2024-19)	71
31. Determinação da taxa de infiltração de sistemas de relva artificial (Método de Teste FIFA 2024-20)	72
32. Determinação do perfil do fio (Método de Teste FIFA 2024-21)	73
33. Determinação de altura da pilha livre não alongada (Método de Teste FIFA 2024-22)	76
34. Determinação de decitex de fios (Método de Teste FIFA 2024-23)	76
35. Determinação da força de pico, fragilidade do fio e resistência ao desgaste tenacidade (Método de Teste FIFA 2024-24)	78
36. Determinação da força de retirada do tufo (Método de Teste FIFA 2024-25)	81
37. Determinação do número de tufos por unidade de comprimento e calibre, e tufos por unidade de área (Método de Teste FIFA 2024-26)	82
38. Determinação do comprimento da pilha acima do suporte (Teste FIFA Método 2024-27)	85

39. Determinação da massa por unidade de área (Método de Teste FIFA 2024-28)	86
40. Determinação de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos conteúdo para materiais de preenchimento poliméricos (Método de Teste FIFA 2024-29)	88
41. Determinação da migração potencial de substâncias químicas elementos – EN 71-3 (Método de teste FIFA 2024-30)	89
42. Minimização da migração de enchimento para o ambiente – projeto de campo (Método de Teste 31 da FIFA)	90

Apêndices

APÊNDICE I: LISPORT XL – PROCEDIMENTO DE PREPARAÇÃO DE AMOSTRA	97
APÊNDICE II: DETERMINAÇÃO DO EXCESSO DE ÓLEO DE CENTRIFUGAÇÃO EM FIBRAS DE GRAMA SINTÉTICA (NÃO OBRIGATÓRIO)	98

Embora todos os esforços tenham sido feitos para garantir a precisão das informações neste Manual de Teste, qualquer parte que usar qualquer parte deste Manual de Teste no desenvolvimento de um campo de futebol (um "Usuário") o faz por sua conta e risco e deverá indenizar a FIFA, seus executivos, diretores, prestadores de serviços, consultores e agentes contra todas as reivindicações, processos, ações, danos, custos, despesas e quaisquer outras responsabilidades por perda ou dano a qualquer propriedade, ou lesão ou morte a qualquer pessoa que possam ser feitas contra ou incorridas pela FIFA decorrentes de ou em conexão com o uso deste Manual de Teste pelo Usuário.

O cumprimento dos requisitos detalhados neste Manual de Teste por um Usuário não confere a esse Usuário imunidade de obrigações legais.

A conformidade com os requisitos detalhados neste Manual de Teste por um Usuário constitui aceitação dos termos desta isenção de responsabilidade por esse Usuário.

A FIFA reserva-se o direito de alterar, atualizar ou excluir seções deste Manual de Teste a qualquer momento, conforme julgar necessário.



# 10

## VISÃO GERAL



### 1. INTRODUÇÃO

Este Manual de Testes descreve os procedimentos para avaliar superfícies de futebol de grama sintética – designadas como "grama artificial" pela FIFA – no âmbito do Programa de Qualidade da FIFA para Gramados de Futebol. Embora este Manual de Testes tenha sido escrito para especificar como as superfícies de grama sintética devem ser testadas, os testes de bola e superfície, e os testes de jogador e superfície também podem ser usados para avaliar as qualidades de campos de grama natural (neste Manual de Testes, os campos de futebol também são chamados de "campos"). Esta edição do Manual de Testes substitui todas as edições anteriores, com efeitos a partir de 15 de abril de 2024.

### 2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Este Manual de Teste incorpora, por referência datada ou não, disposições de outras publicações. Para referências datadas, alterações ou revisões subsequentes de qualquer uma dessas publicações aplicar-se-ão a este Manual de Teste somente quando incorporadas a ele por meio de alteração ou revisão. Para referências não datadas, aplica-se a edição mais recente da publicação referida.

### 3. AMOSTRAS DE TESTE DE LABORATÓRIO

#### 3.1 Definições

Grama sintética para futebol é definida como a superfície sintética, preenchimento, qualquer amortecedor e todas as camadas de suporte que influenciam o desempenho esportivo ou a resposta biomecânica de uma superfície que atende aos requisitos do Programa de Qualidade da FIFA para Gramados de Futebol.

Os testes devem ser realizados em todos os elementos da construção que influenciam o desempenho esportivo ou a resposta biomecânica da superfície. A menos que a grama sintética para futebol seja colocada sobre uma base projetada para contribuir para o desempenho dinâmico da superfície, os testes de laboratório devem ser realizados em corpos de prova colocados sobre um piso de concreto rígido e plano.

Se a grama sintética de futebol for colocada sobre uma base projetada para contribuir para o desempenho dinâmico da superfície, as medições de rebote vertical da bola, rebote angular da bola, absorção de choque, deformação de pico e retorno de energia devem ser conduzidas em um corpo de prova composto pela grama sintética de futebol e a base, colocada na

Profundidade especificada pelo fabricante ou fornecedor. Testes de laboratório para rolagem da esfera, torque máximo, rigidez ao cisalhamento rotacional e atrito superficial e superficial devem ser realizados em todos os elementos que influenciam a resposta, o que normalmente não inclui as camadas de suporte.

#### 3.2 Tamanho do corpo de prova

Os corpos de prova devem ser iguais ou maiores que os tamanhos indicados abaixo na Tabela 1: tamanho mínimo dos corpos de prova.

**TABELA 1 – TAMANHO MÍNIMO DOS CORPOS DE TESTE** A menos que especificado no método de teste, os espécimes de teste de laboratório não devem incluir juntas ou linhas incrustadas.

Teste	Mín. comprimento de teste espécime (m)	Mín. largura de teste espécime (m)
Rebote vertical da bola	1.0	1.0
Teste de rebote e respingo de bola em ângulo	1.0	1.0
Rolamento de bola reduzido	4.0	1.0
Absorção de choque	1.0	1.0
Deformação de pico	1.0	1.0
Retorno de energia	1.0	1.0
Torque de pico e rigidez ao cisalhamento rotacional	1.0	1.0
Atrito de superfície	1.0	1.0
Testes de temperatura subambiente e elevada	0,4	0,4
Desgaste simulado	4.0	1.0
Teste de calor	0,4	0,4
Intemperismo artificial: fios de pelo de carpete	Comprimento mínimo: 10,0 m	
Avaliação do estabilizador UV	Comprimento mínimo: 1,0 m	

**3.3 Preparação de corpos de prova** Após o enchimento, os corpos de prova preenchidos devem ser condicionados antes do teste, passando um rolo puxado manualmente sobre o corpo de prova por 50 ciclos (um ciclo compreende uma passagem de ida e uma de retorno de um rolo) em duas direções diferentes (divididos em 25 passagens no sentido longitudinal e 25 passagens na direção transversal) ou cinco ciclos do Lisport XL. O cilindro do rolo deve pesar  $28,5 \pm 0,5$  kg, ter  $118 \pm 5$  mm de diâmetro e ter pinos de plástico montados conforme mostrado na Figura 1: tabela de padrões de pinos e conforme detalhado acima em Tabela 1: tamanho mínimo dos corpos de prova . Os pinos devem ser como mostrado na Tabela 2: coordenadas das posições dos pinos (centro do pino) , ser fabricado em plástico e ter uma dureza Shore A de  $96 \pm 2$ .

OBS: Uma tolerância de fabricação de  $\pm 1$  mm para as posições dos pinos foi considerada satisfatória.

Figura 1: padrão de tabela de pinos

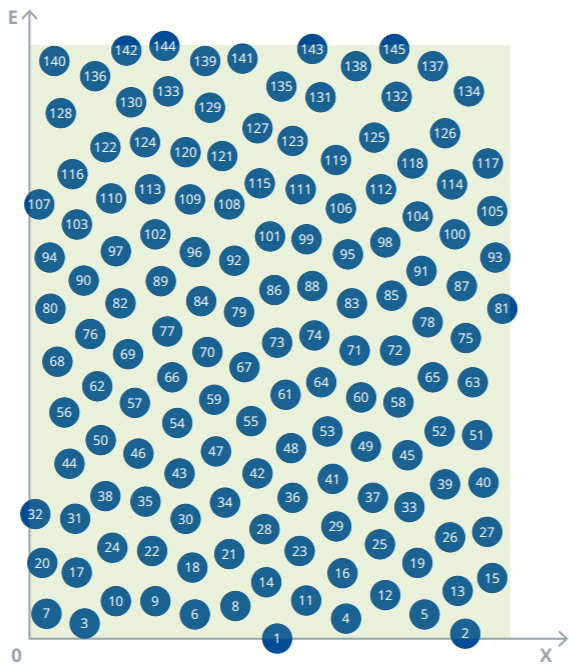


TABELA 2 – COORDENADAS DAS POSIÇÕES DOS STUD (CENTRO DO STUD)

ESTUDO	EIXO X	EIXO Y	ESTUDO	EIXO X	EIXO Y	ESTUDO	EIXO X	EIXO Y	ESTUDO	EIXO X	EIXO Y
	milímetros	milímetros		milímetros	milímetros		milímetros	milímetros		milímetros	milímetros
1	154,5	0,0	38	48,5	89,5	75	272,5	189,0	112	219,0	280,5
2	271,5	4,5	39	259,5	96,0	76	38,5	190,5	113	76,0	282,0
3	35,0	8,5	40	283,0	97,5	77	85,0	192,5	114	263,5	284,0
4	198,5	10,5	41	189,0	100,0	78	249,0	196,5	115	145,5	285,0
5	246,0	13,5	42	142,0	103,0	79	131,5	204,5	116	28,0	291,5
6	105,0	14,0	43	94,5	104,0	80	14,5	207,0	117	286,0	297,0
7	11,5	16,0	44	25,5	109,0	81	294,5	208,0	118	239,0	298,5
8	128,5	19,0	45	235,0	114,5	82	58,5	210,5	119	192,0	300,0
9	79,0	23,0	46	69,5	116,0	83	201,0	210,5	120	98,0	304,0
10	55,0	23,0	47	118,5	117,5	84	108,5	212,5	121	121,0	304,0
11	173,0	24,0	48	162,5	119,5	85	226,0	215,0	122	48,5	308,0
12	222,0	25,0	49	211,5	119,5	86	153,0	218,0	123	166,0	312,0
13	267,0	30,0	50	46,0	123,5	87	270,0	220,0	124	72,0	312,5
14	149,0	33,5	51	279,5	127,5	88	176,5	220,5	125	215,0	313,5
15	289,5	37,0	52	255,5	128,5	89	82,0	222,5	126	260,0	316,0
16	196,0	40,0	53	185,5	129,5	90	34,5	224,5	127	142,0	319,5
17	31,0	41,0	54	92,5	134,5	91	246,0	231,0	128	21,0	329,0
18	102,0	43,5	55	139,0	136,5	92	128,5	237,5	129	113,0	333,0
19	242,0	46,0	56	22,0	141,0	93	292,0	237,5	130	64,5	336,0
20	8,5	47,0	57	65,5	146,5	94	12,0	238,5	131	180,0	340,0
21	125,0	52,5	58	231,5	149,0	95	199,0	241,0	132	231,0	340,0
22	76,0	54,0	59	114,5	149,5	96	104,0	242,0	133	87,0	342,5
23	169,0	55,0	60	208,0	151,0	97	55,0	243,0	134	275,0	343,5
24	52,0	56,0	61	159,5	152,5	98	222,0	248,0	135	157,5	345,5
25	218,5	57,5	62	42,0	157,5	99	172,5	250,0	136	40,0	352,0
26	263,0	63,0	63	276,0	158,5	100	266,5	252,5	137	251,0	357,5
27	286,0	67,0	64	182,5	160,0	101	150,0	252,5	138	204,0	358,5
28	146,0	68,5	65	252,5	162,5	102	78,5	252,5	139	110,0	362,5
29	193,0	70,5	66	89,0	164,0	103	31,0	259,0	140	16,5	362,5
30	98,5	75,0	67	135,0	170,0	104	242,5	264,5	141	133,0	363,5
31	28,0	75,5	68	18,5	173,0	105	289,0	268,0	142	61,0	368,0
32	5,5	78,0	69	63,0	177,5	106	195,0	270,5	143	177,5	369,0
33	239,0	81,0	70	111,0	179,5	107	7,5	271,0	144	84,5	370,0
34	122,0	85,0	71	204,5	180,0	108	125,0	271,0	145	228,0	370,0
35	73,0	85,5	72	229,0	180,5	109	101,0	274,5			
36	166,0	88,0	73	155,5	184,5	110	51,5	275,5			
37	215,0	88,0	74	178,5	188,5	111	169,5	280,5			

4. CONDIÇÕES DE TESTE

4.1 Testes laboratoriais

Os testes laboratoriais devem ser realizados em temperatura ambiente de laboratório de 23±2°C.

As amostras de teste devem ser condicionadas por no mínimo três horas na temperatura do laboratório antes do teste.

Testes de laboratório devem ser conduzidos em amostras de teste secas e úmidas, conforme especificado no procedimento de teste apropriado.

4.2 Preparação de corpos de prova úmidos

As amostras úmidas devem ser preparadas aplicando-se uniformemente à amostra um volume de água que a encharque completamente (em caso de dúvida, este volume deve ser igual ao volume da amostra de teste). Após a umidade, a amostra de teste deve ser deixada escorrer por 15 minutos e o teste deve ser realizado imediatamente.

5. TESTES DE CAMPO (LOCAL)

Os testes de campo devem ser realizados por um técnico credenciado pela FIFA. O técnico credenciado pela FIFA pode ser auxiliado por outra pessoa do mesmo instituto de testes que não necessite de credenciamento. Não é permitida a presença de outras pessoas de organizações terceirizadas (clube, comunidade, instalador, etc.) no campo durante os testes.

Os testes no local devem ser realizados sob as condições meteorológicas predominantes, mas com a temperatura da superfície na faixa de -5 °C a +50 °C. O campo pode ser testado em temperaturas de até -5 °C, desde que não haja gelo no local no momento do teste.

Se as condições climáticas impossibilitarem a realização dos testes dentro da faixa de temperatura especificada, o desvio em relação às condições de teste especificadas deve ser claramente registrado no relatório de teste. Em caso de falha, um novo teste deve ser realizado dentro da faixa especificada.

As temperaturas da superfície e do ambiente e a umidade relativa do ambiente no momento do teste também devem ser informadas.

Os testes de rolamento e rebote da bola devem ser realizados quando a velocidade máxima do vento predominante for inferior a 2 m/s (a menos que a área de teste esteja protegida do vento). A velocidade do vento no momento do teste também deve ser informada.

**Dependendo do tipo de material de preenchimento no sistema, o campo pode exigir um período de adaptação antes do teste de campo.**

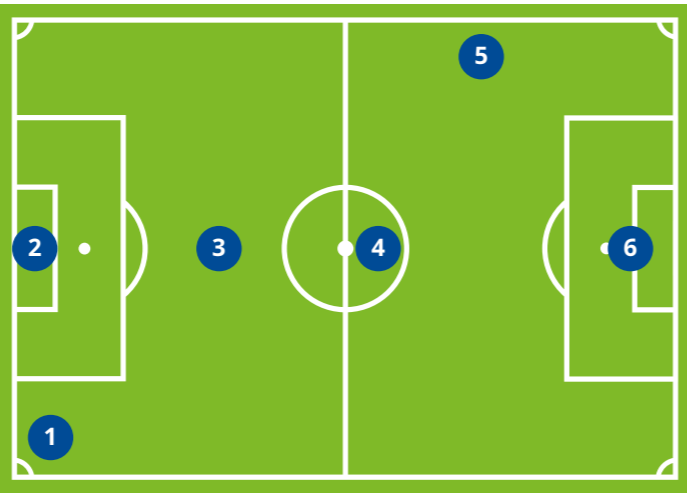
6. POSIÇÕES DE TESTE DE CAMPO

A menos que especificado de outra forma, os testes no local devem ser conduzidos nas posições mostradas abaixo na Figura 2: posições de teste de campo.

Todos os testes de campo, quando não especificado de outra forma, devem ser realizados nas posições 1 a 6. A orientação das posições de teste deve ser determinada pelo instituto de testes credenciado pela FIFA.

Testes de campo não devem ser conduzidos em juntas ou linhas incrustadas, exceto no rolamento de esferas que as atravessará.

Figura 2: posições de teste de campo



**7. VÍDEOS DE TESTES DE CAMPO (LOCAL)** As seguintes condições devem ser atendidas ao gravar imagens de lapso de tempo no campo:

- É necessário utilizar uma câmera colorida com qualidade HD (1080).
- A câmera deve ter uma visão desobstruída de todos os locais de teste, incluindo todos os testes de planaridade.
- A câmera deve ser fixada a pelo menos 2,0 m do chão e, idealmente, a 3,0 m do chão.
- Duas imagens do(s) técnico(s) de teste credenciado(s) pela FIFA devem ser fornecidas no início e no final de cada sessão de teste.
- Deve ser usada uma taxa de quadros de no mínimo um quadro a cada 30 segundos.

8. BOLAS USADAS PARA TESTE

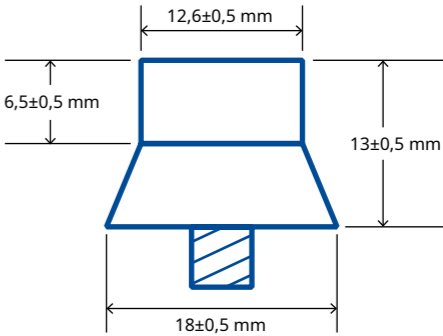
Os testes devem ser realizados com uma bola FIFA Quality Pro. Imediatamente antes de qualquer teste, a pressão da bola deve ser ajustada para que ela produza um ricochete no concreto na parte inferior da bola, à temperatura ambiente predominante, de 1,45 ± 0,03 m, a partir de uma altura de queda de 2,0 ± 0,01 m. Se o ajuste de pressão for excessivo e exceder a pressão da bola na faixa recomendada pelo fabricante, a bola deverá ser rejeitada.

Para evitar danos à superfície da bola, a bola usada para medir o rolamento não deve ser usada para nenhum outro teste.

OBS: Para minimizar o efeito nos resultados devido às variações inerentes encontradas nas bolas, os institutos de teste credenciados pela FIFA recebem bolas de teste especialmente selecionadas.

**9. TRAVÕES DE FUTEBOL USADOS PARA TESTES** Os pinos de futebol utilizados para testar o torque máximo e a rigidez ao cisalhamento rotacional (métodos de teste FIFA 06 e 07) e o rolo de condicionamento da amostra devem estar de acordo com a Figura 3: perfil do pino de futebol (novo) abaixo. Devem ser fabricados em plástico e ter dureza Shore A de 96 ± 2.

Figura 3: perfil de craque do futebol (novo)



**9.1 Substituição de pinos - torque máximo e rigidez ao cisalhamento rotacional**

Após um máximo de 50 testes, o comprimento dos pinos deve ser verificado. Se algum pino tiver menos de 11,0 mm de comprimento, todos os pinos devem ser substituídos.

# JOGADOR-E-SUPERFÍCIE E FUTEBOL E SUPERFÍCIE INTERAÇÃO

# ni

## 10. DETERMINAÇÃO DO REBOTE DA BOLA (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-01)

### 10.1 Escopo

O teste de rebote vertical da bola é realizado para avaliar as características de quique de uma superfície de grama sintética de futebol quando uma bola é lançada sobre ela de uma altura específica. Este método de teste visa fornecer uma medida objetiva da capacidade da superfície de rebater a bola verticalmente.

### 10.2 Aparelho de teste

O aparelho de teste compreende o seguinte:

- Um mecanismo de liberação eletromagnética ou a vácuo que permite que a bola caia verticalmente de  $2,00 \pm 0,01$  m (medido a partir da parte inferior da bola) sem transmitir nenhum impulso ou rotação.
- Escala vertical ou dispositivos de medição de distância a laser para permitir estabelecer a altura de queda da bola.
- Um dispositivo de temporização, ativado acusticamente, capaz de medir com uma precisão de 1 ms.
- Uma bola de futebol conforme especificado na seção 8: Bolas usadas para teste.
- Um meio de medir a velocidade do vento com uma precisão de 0,1 m/s (somente testes de campo).
- Um termômetro capaz de registrar uma faixa mínima de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ , com precisão de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , para registrar a temperatura da superfície.

### 10.3 Procedimento de teste

Valide o rebote vertical da bola no concreto imediatamente antes do teste e ajuste-o adequadamente até que ele atinja o valor especificado no concreto.

Verifique se a velocidade do vento está de acordo com Seção 5: Testes de campo (local).

Solte a bola a uma distância de  $2,00 \pm 0,01$  m, medida da parte inferior da bola até acima do topo do preenchimento (em sistemas preenchidos) ou do topo da pilha (em sistemas não preenchidos) da superfície do gramado de futebol, e registre o tempo entre o primeiro e o segundo impacto em segundos.



OBS: Para limitar a influência da válvula, ela deve ser posicionada preferencialmente na parte superior da esfera quando esta estiver fixada.

**10.4 Cálculo e expressão de resultados** Para cada teste, calcule a altura do rebote usando a seguinte fórmula:

$$H = 1,23 \times (T - \Delta t) \times 100$$

Onde:

- H = altura do rebote em centímetros
- T = tempo entre o primeiro e o segundo impacto em segundos
- $\Delta t = 0,025\text{s}$

Relate o valor do rebote da bola para o 0,01 m mais próximo como um valor absoluto em metros, por exemplo, 0,80 m.

10.5 Testes de laboratório a 23±2°C

10.5.1 Procedimento

Determine o rebote da esfera no corpo de prova em cinco posições, cada uma com pelo menos 100 mm de distância e a pelo menos 100 mm das bordas do corpo de prova. Recondicione a amostra ao seu estado original, conforme a declaração do fabricante, antes de cada rebote individual da esfera.

Realize testes em condições secas e úmidas, conforme apropriado.

10.5.2 Cálculo dos resultados

Calcule o valor médio do rebote da bola nos cinco testes.

10.6 Testes laboratoriais após uso simulado (Lisport XL)

10.6.1 Procedimento

Condicione a amostra de teste de acordo com o Apêndice I – Lisport XL: procedimento de preparação da amostra.

Deixe a amostra no local e realize os testes abaixo com a amostra na máquina Lisport XL. Registre a temperatura da superfície com precisão de um grau inteiro.

Determine o rebote da esfera do corpo de prova em, no mínimo, cinco posições. Cada medição deve ser feita na área totalmente condicionada do corpo de prova a, pelo menos, 250 mm de qualquer borda e a, pelo menos, 150 mm de qualquer outra posição de teste. Remova qualquer preenchimento deslocado dos testes adjacentes antes de realizar um teste.

Realize testes em condições secas, exceto quando a umidade for um constituinte inerente do sistema.

10.6.2 Cálculo dos resultados

Calcule e informe o valor médio do rebote da bola nos cinco testes.

10.7 Testes de campo

10.7.1 Condições de teste

Os testes devem ser realizados nas condições meteorológicas encontradas no momento do teste, respeitando os limites deSeção 5: Testes de campo (local) . As condições devem ser relatadas.

10.7.2 Procedimento

Registre a velocidade máxima do vento durante o teste.

Em cada local de teste, faça cinco medições individuais, cada uma com pelo menos 300 mm de distância.

10.7.3 Cálculo dos resultados

Calcule o valor médio do rebote da bola nos cinco testes para cada local de teste e informe-os.

11. DETERMINAÇÃO DO ROLAMENTO DA BOLA (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-02)

11.1 Escopo

O método de teste de rolamento da bola consiste em rolar uma bola por uma rampa e permitir que ela atravesse a superfície do gramado de futebol até parar. A distância percorrida pela bola na superfície é medida e registrada. Este teste é usado para avaliar as características de rolamento da superfície.

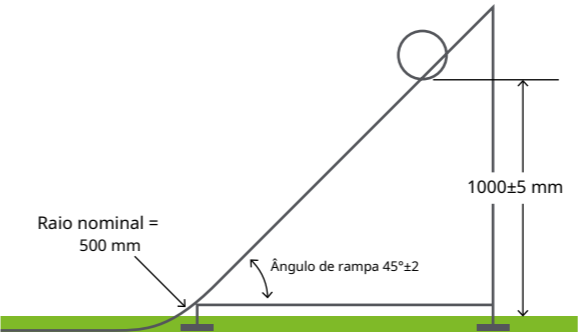


11.2 Aparelho de teste

O aparelho de teste compreende o seguinte:

- a. Uma rampa de rolamento de bolas, conforme mostrado na Figura 4 abaixo: rampa de rolamento de bolas, composta por duas barras arredondadas paralelas e lisas, com diâmetro máximo da área de contato com a bola de 40 mm, cujas bordas internas estão separadas por 100 ± 10 mm. A bola deve ser transferida da rampa para a superfície sem saltar ou quicar.
- b. Um método de medir a distância que a bola rola com uma precisão de ±0,01 m (por exemplo, usando fita de aço ou um laser).
- c. Uma bola de futebol conforme especificado emSeção 8: Bolas usadas para teste .
- d. Um meio de medir a velocidade do vento com uma precisão de 0,1 m/s (somente testes de campo).
- e. Um termômetro capaz de registrar uma faixa mínima de -10°C a +60°C, com precisão de ±0,5°C, para registrar a temperatura da superfície.

Figura 4: rampa de rolamento de bola



11.3 Procedimento de teste

Valide o ressalto vertical da bola de teste no concreto imediatamente antes do teste e ajuste-o adequadamente até que atinja o valor especificado no concreto.

Ajuste a rampa de modo que fique perpendicular à superfície e de modo que a extremidade dos trilhos-guia fique apoiada no topo do enchimento (em sistemas preenchidos) ou no topo da pilha (em sistemas não preenchidos). Na prática, a rampa provavelmente ficará apoiada na palha do sistema não preenchido, em vez de no topo da pilha, para que a bola role suavemente da rampa para a superfície, sem saltar ou quicar.

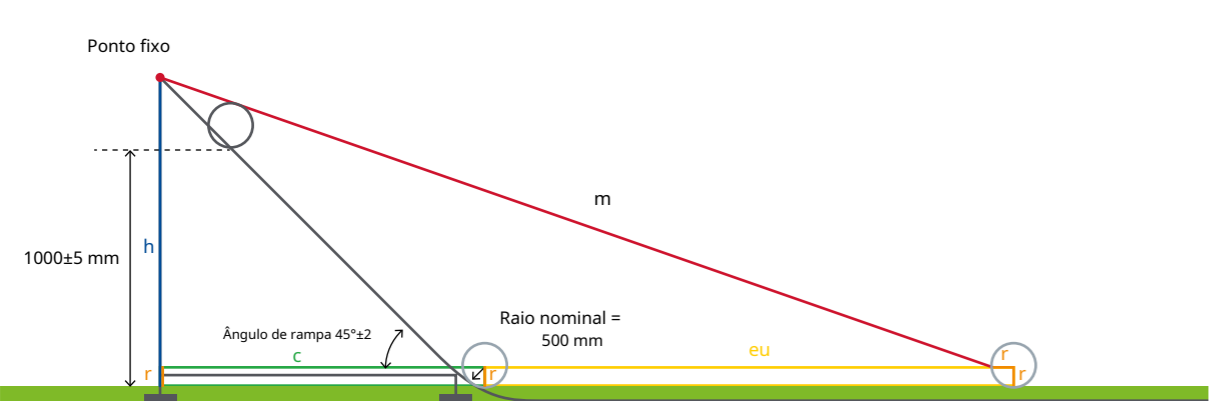
Coloque a bola na rampa de rolamento de modo que o ponto aproximadamente abaixo do centro da bola apoiada na rampa fique 1.000 ± 5 mm acima do espécime de teste.

Verifique se a velocidade do vento está de acordo com, Seção 5: Testes de campo (local) .

Solte a bola e deixe-a rolar pela rampa e sobre o corpo de prova até parar.

Meça a distância do ponto em que a bola entra em contato com o espécime de teste (topo do pelo do carpete) até o ponto abaixo do centro da bola apoiada no espécime de teste na posição em que a bola parou.

Figura 4a: procedimento adicional de medição do comprimento do rolo da bola



Fórmula do comprimento do rolamento da bola:

$$L = \sqrt{(m^2 - (h)^2)} - w + r$$

11.4 Expressão dos resultados

Relate o valor do rolamento da bola para o 0,1 m mais próximo, por exemplo, 6,9 m.

11.5 Testes de campo

11.5.1 Condições de teste

Os testes devem ser realizados nas condições meteorológicas encontradas no momento do teste, respeitando os limites de Seção 5: Testes de campo (local). As condições devem ser relatadas.

11.5.2 Procedimento

Registre a velocidade do vento durante o teste.

Em cada local de teste, realize três medições individuais, cada uma com pelo menos 100 mm de distância.

Realize os testes em pelo menos quatro direções (0°, 90°, 180° e 270°) com três medições individuais em cada direção para determinar se o resultado é influenciado por fatores como declive ou direção do gramado.

Se houver um declive, certifique-se de que a bola role para cima e para baixo no declive e, se houver uma coroa, não realize o teste em um local que faça a bola rolar sobre a coroa em qualquer direção.

11.5.3 Cálculo dos resultados

Para cada posição/direção de teste, calcule o valor médio do rolamento da bola dos três testes em cada direção.

Calcule o valor médio do rolamento da bola em todas as quatro direções em cada posição de teste.

12. DETERMINAÇÃO DA REDUÇÃO DO ROLO DA BOLA (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-02A)

12.1 Escopo

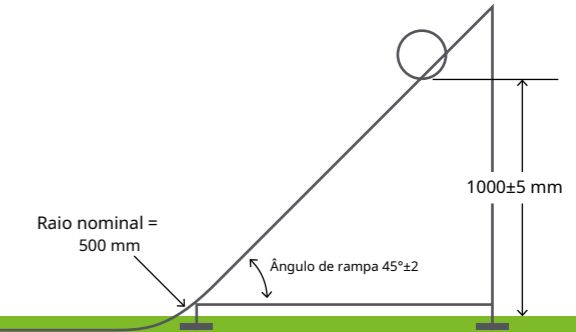
O método de teste de rolagem da bola com portões de cronometragem envolve rolar uma bola por uma rampa até a superfície do gramado de futebol, onde ela passa por dois conjuntos de portões de cronometragem para medir sua velocidade em uma distância determinada. Ao soltar a bola de várias alturas, a interação entre a bola e a superfície é avaliada ao longo das diferentes fases de uma rolagem reduzida da bola, permitindo uma avaliação abrangente. O uso das velocidades medidas permite o cálculo da desaceleração da bola e a determinação da distância em que ela atinge o repouso.

12.2 Aparelho de teste

O aparelho de teste compreende o seguinte:

- a. Uma rampa de rolamento de esferas conforme descrito em seção 11.2: Aparelho de teste.
- b. Uma bola de futebol conforme especificado em seção 8: Bolas usadas para teste.
- c. Um dispositivo de medição de distância, capaz de medir com uma precisão de ±1 mm.
- d. Um sistema de porta de temporização ativado opticamente, com precisão mínima de 1 ms, que é acionado pela esfera rolante que percorre uma distância de 0,2 ± 0,01 m. São necessários dois conjuntos de portas de temporização para calcular a velocidade da esfera entre dois pontos.
- e. Uma escova de piso interno com cerdas macias usada para restaurar os pelos da superfície em intervalos especificados durante o teste.

Figura 5: rampa de rolamento de bola



12.3 Procedimento de teste

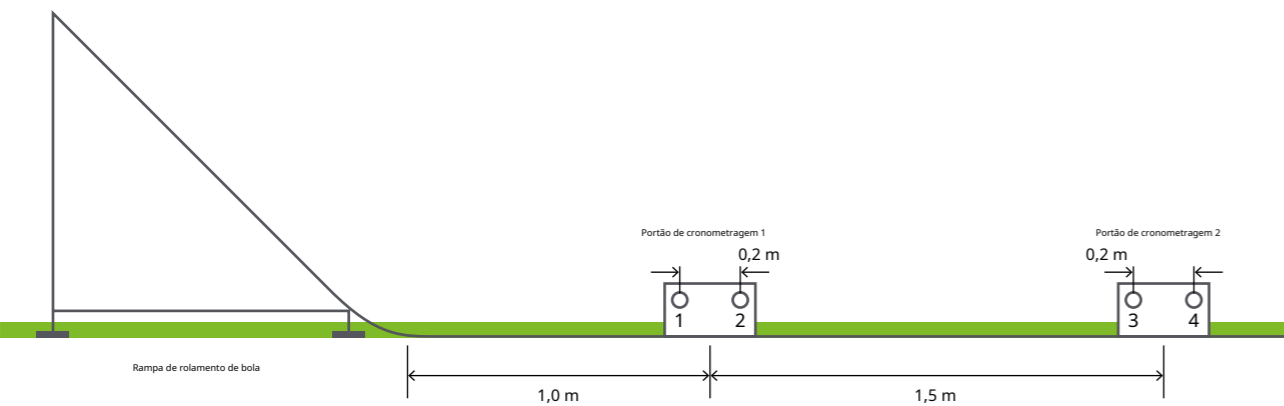
12.3.1 Configuração do aparelho

Posicione a rampa de forma que fique centralizada em uma das extremidades do corpo de prova, garantindo que os trilhos estejam paralelos à direção do teste. A extremidade da curva da rampa deve repousar sobre o material de preenchimento, ao utilizar sistemas preenchidos, ou sobre a palha comprimida, ao utilizar sistemas vazios, para garantir que a esfera role suavemente da rampa para o corpo de prova.

Monte o aparelho conforme mostrado acima na Figura 5: rampa de rolamento de esferas.

As comportas de cronometragem consistem em dois sensores que ativam um temporizador conforme a bola passa. Esses sensores são espaçados em 200 ± 10 mm. Meça a distância exata e inclua essa medição no cálculo dos resultados. A distância da rampa de rolamento da bola, onde a bola entra em contato com a superfície, até o centro da primeira comporta de cronometragem deve ser de 1,0 ± 0,01 m. Isso garante que a bola role suavemente pela superfície antes de passar pelas comportas de cronometragem. A distância entre os centros da comporta de cronometragem 1 e da comporta de cronometragem 2 deve ser de 1,5 ± 0,01 m.

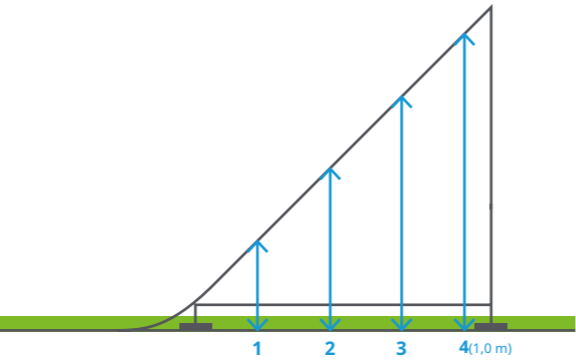
Figura 6: rampa de rolagem da bola e posições do portão de cronometragem



Quatro alturas de lançamento devem ser selecionadas na rampa para lançar a bola, conforme mostrado na Figura 7: alturas de lançamento da bola. A altura de lançamento 1 deve ser a menor altura selecionada na rampa da bola. Esta deve ser ajustada para garantir que a bola pare entre 0,1 m e 0,25 m após o segundo portão de cronometragem. A altura final de lançamento é a mais alta e deve ser a mesma de um lançamento de bola padrão, ou seja, 1,0 ± 0,01 m.

As outras duas alturas de lançamento são intermediárias e devem ser incrementadas uniformemente entre as alturas 1 e 4. As alturas de lançamento são medidas verticalmente como a distância do ponto mais baixo da bola, quando colocada na rampa, até o nível de preenchimento no gramado, utilizando o medidor de distância. Todas as alturas de lançamento devem ser repetíveis com precisão de ±0,01 m.

Figura 7: alturas de liberação da bola



12.3.2 Corpos de prova

Para realizar este método de teste, uma amostra de pelo menos 3x1m deve ser preparada e preenchida, quando apropriado, de acordo com a norma EN 12229:2014, conforme as especificações do fabricante.

12.3.3 Procedimento

Coloque a bola na rampa de modo que o ponto mais baixo da bola esteja em contato com a posição 1, conforme definido em Figura 7: alturas de liberação da bola. Solte a bola e deixe-a rolar livremente sobre o corpo de prova a um mínimo de 250 mm das bordas do corpo de prova e através das comportas de tempo usando o sistema de comporta de tempo ativado opticamente especificado em seção 12.2: Aparelho de teste. Registre a velocidade inicial, “v<sub>começar</sub>”, no portão de cronometragem 1 e a velocidade final da bola, “v<sub>fim</sub>”, conforme registrada pelo portão de cronometragem 2.

Os valores de v<sub>começar</sub> e v<sub>fim</sub> são calculados usando o relacionamento entre velocidade, distância e tempo usando a equação 1.

**Equação 1:** relação entre velocidade, distância e tempo

$$v = \frac{S_s}{t}$$

“S<sub>s</sub>” é definido como a distância exata entre cada sensor de tempo medido. “t” é o tempo que a frente da bola leva para percorrer entre o sensor de tempo 1 e o sensor de tempo 2 (t<sub>portão 1</sub> a t<sub>portão 2</sub>). O mesmo cálculo é realizado para o sensor v<sub>fim</sub> usando tempo 3 e o sensor de temporização 4 (t<sub>portão 2</sub> a t<sub>portão 4</sub>).

O processo é então repetido mais duas vezes para fornecer três conjuntos de resultados para as três alturas de liberação da bola.

A superfície deve ser restaurada com pincel a cada duas rolagens de bola. A escovação é realizada como um movimento de arrasto e repetida apenas uma vez em ritmo de caminhada.

Essas etapas devem ser repetidas para todas as quatro alturas de liberação. Três conjuntos de v<sub>começar</sub> e v<sub>fim</sub> devem ser coletados para as duas primeiras alturas de liberação inferiores, mas apenas dois conjuntos de v<sub>começar</sub> e v<sub>fim</sub> devem ser coletados para as duas alturas superiores.

12.4 Cálculo e expressão de resultados

Após a conclusão do procedimento de teste, dez combinações de v<sub>começar</sub> e v<sub>fim</sub> deveriam ter sido coletadas para quatro alturas de liberação diferentes.

A primeira etapa do cálculo é determinar as médias de v<sub>começar</sub> e v<sub>fim</sub> para cada altura. Isso dará quatro valores de v<sub>começar</sub> e quatro para v<sub>fim</sub>. Usando os quatro combinações de velocidades inicial e final, é possível representar uma relação entre v<sub>começar</sub> como uma equação polinomial de segunda ordem que reflete a interação entre a bola e a superfície em uma variedade de velocidades de rolamento da bola.

Um polinômio de segunda ordem para esse relacionamento é o seguinte:

**Equação 2:** construção de equações polinomiais de segunda ordem

$$v_{fim} = a (v_{começar})^2 + b (v_{começar}) + c$$

Usando esta relação e a média v<sub>começar</sub> de altura 4 na rampa, que é a altura de lançamento para medições padrão de rolamento da bola, esta equação pode ser usada para estimar v<sub>fim</sub> da bola após 1,5 m. O valor de v<sub>fim</sub> previsto é então usado como o valor, v<sub>começar</sub>, para outra iteração deste processo. Este processo é repetido até que v<sub>fim</sub> ≤ 0.

Para obter a primeira parte do comprimento do rolo da bola:

**Equação 3:** cálculo primário de rolagem da bola

$$S_p = \text{Número de iterações} \times S_g$$

“S<sub>p</sub>” é a distância percorrida pela bola na fase inicial do cálculo do rolamento. “S” é a distância medida entre cada conjunto de portas de temporização e é definida neste método como 1,5 m. O “número de iterações” é o número de vezes que a equação polinomial é repetida antes da iteração, onde v<sub>fim</sub> ≤ 0.

A segunda parte do comprimento do rolo da bola, ou bola residual

roll, é um cálculo baseado na previsão do tempo que a bola leva para parar completamente a partir do  $v_{\text{fim}}$  da última iteração – onde  $v$  se torna negativo. Para calcular isso, primeiro calcule a desaceleração da bola na penúltima iteração:

**Equação 4:** equação cinemática para aceleração independente do tempo

$$um = \frac{(v_{\text{fim}})^2 - (v_{\text{começar}})^2}{2S}$$

Este valor de desaceleração pode então ser usado para calcular a desaceleração para a fase final do rolamento da bola até  $v_{\text{fim}} = 0$  m/s. Esta equação é construída usando  $a$  e  $v$  a partir da você iteração final do processo polinomial, onde  $v \leq 0$ . A equação  $um$  pode então ser usada para calcular a última parte da distância de rolamento da bola,  $S$ , que ocorre do final de  $S$  até  $v = 0$  m/s, onde a bola estaria em repouso.

**Equação 5:** forma reorganizada da equação 4 para dar a distância como sujeito

$$S_r = \frac{-(v_{\text{começar}})^2}{2a}$$

O ba previsto cálculo de rolagem, que é comparável para um rolamento de bola padrão de comprimento total, compreende:

**Equação 6:** cálculo previsto do rolamento da bola usando os resultados das equações 3 e 5

Previsão de rolagem da bola =  $S_{eu} + S_p + S_r$

“ $S_{eu}$ ” é a distância especificada entre o final da rampa e o meio do primeiro portão de luz (1,0m).

Os resultados previstos do rolamento da bola devem ser reportados para ambas as direções do corpo de prova. Cada direção deve ser reportada individualmente com uma precisão de 0,1 m.

13. DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE CHOQUE (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-03)

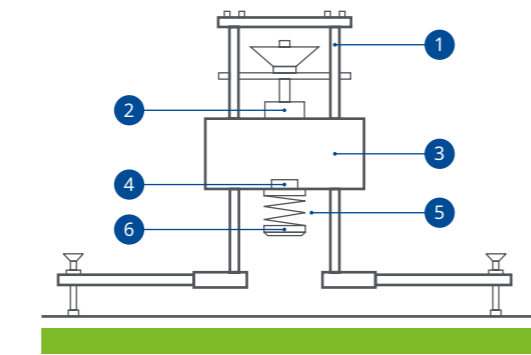
13.1 Escopo

O método de teste de absorção de choque para uma superfície de grama sintética de futebol envolve a liberação de uma massa com uma mola acoplada sobre o corpo de prova e o registro de sua aceleração desde a liberação até o impacto. A absorção de choque é determinada comparando a força máxima exercida sobre o corpo de prova com a força de referência de impacto no concreto, permitindo o cálculo da redução da força de impacto sobre a amostra. A força de referência (F) é um valor fixo de 6.760 N, que é um cálculo teórico para um piso de concreto.

13.2 Aparelho de teste

O aparelho utilizado para medir a absorção de choque é denominado atleta artificial avançado (AAA). O desenho esquemático do aparelho AAA é mostrado abaixo. Figura 8: Aparelho de teste AAA, juntamente com uma lista de seus principais componentes, que são especificados abaixo.

Figura 8: Aparelho de teste AAA



- Chave:
- |                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| 1. Guia para a massa em queda | 4. Acelerômetro |
| 2. Eletroímã                  | 5. Primavera    |
| 3. Massa em queda             | 6. Teste o pé   |

13.2.1 Eletroímã (2)

O eletroímã mantém a massa (3) na altura especificada, que pode ser ajustada com uma precisão de ±0,25 mm.

13.2.2 Massa em queda (3)

A massa em queda incorpora um acelerômetro (4), uma mola metálica espiral (5) e um pé de teste de aço (6).

A massa total de (3) + (4) + (5) + (6) deve ser 20.000±100g.

O sistema de guiamento da massa em queda deve ser sistematicamente limpo. Como normalmente é lubrificado, poeira e sujeira podem permanecer na parte deslizante, causando uma alteração na velocidade de queda. Às vezes, isso é visível no gráfico durante a calibração, mas às vezes esse comportamento não é linear, podendo alterar novamente a leitura dos valores à medida que a massa desacelera durante a fase de queda livre, gerando valores incorretos.

Devido à importância de manter um perfil de aceleração constante da massa em queda, o sistema de guia não deve introduzir atrito no sistema. Uma bucha de bronze simples ou uma bucha de plástico autolubrificante deve ser usada como guia, em vez de um sistema de mancal. Um sistema que utiliza bucha de bronze ou plástico é mais confiável e fácil de manter limpo, retendo menos poeira e sujeira. Quando massas removíveis forem utilizadas para tornar o dispositivo transportável, estas devem ter um sistema de fixação por parafusos para que possam ser travadas firmemente na posição de trabalho.

13.2.3 Verticalidade do dispositivo

O dispositivo deve ser posicionado verticalmente (90 ± 1°) sobre a superfície a ser testada, com o auxílio do nível de bolha/bolha montado nele. Se o dispositivo estiver inclinado, a velocidade da massa pode variar durante a fase de queda livre, introduzindo erros nas medições. Este ponto é especialmente importante para o valor de retorno de energia. Se o dispositivo não for posicionado verticalmente sobre a superfície, a inclinação e, consequentemente, o atrito gerado no sistema de guia durante a fase de queda livre resultarão em uma grande variação no valor de retorno de energia.

13.2.4 Acelerômetro de corrente contínua (4)

O acelerômetro tem uma capacidade de escala real de 40-50g, com uma resposta de corrente contínua (resposta de 0Hz) e as seguintes características:

Frequência mínima de corte: 1.000 Hz (atenuação de -3 dB)

Linearidade: abaixo de 2% em torno de 100 Hz entre as duas faixas de calibração (por exemplo, 1-5 g e 30-40 g)

O sensor g deve ser posicionado na linha vertical de gravidade da massa em queda, sobre a mola de aço em espiral. O sensor g deve ser firmemente fixado à massa para evitar filtragem natural ou vibrações estranhas do acelerômetro.

13.2.5 Mola de aço espiral (5)

A taxa de mola é de 2.000±100N/mm e é linear na faixa de 0,1-7,5kN.

A característica linear da mola é controlada com um incremento máximo de 1.000 N.

A mola deve ser posicionada centralmente abaixo do ponto de gravidade da massa em queda.

A mola deve ter três espiras coaxiais rigidamente fixadas juntas em suas extremidades.

A massa da mola deve ser 800g±50g.

13.2.6 Teste de pé (6)

O pé de teste tem um diâmetro de 70±1 mm e uma espessura mínima de 10 mm.

A parte inferior do pé de teste é arredondada com um raio de 500±50 mm e tem um raio de borda de 1 mm.

A massa do pé de teste deve ser de 400±50g.

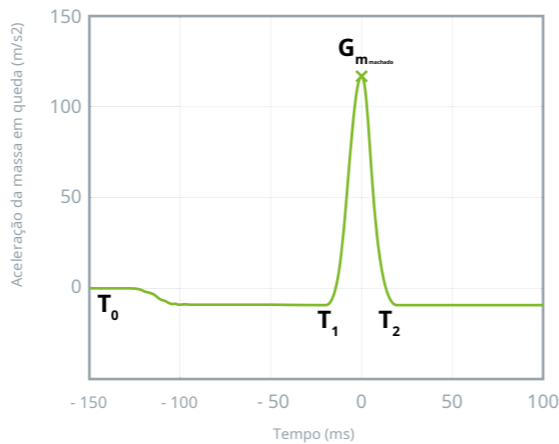
13.2.7 Estrutura do aparelho de teste

- A estrutura é composta por três pés de apoio ajustáveis.
- Os pés estão a uma distância não inferior a 250 mm do ponto de impacto da massa em queda sobre o corpo de prova.
  - A estrutura é projetada para garantir que a massa do aparelho seja distribuída igualmente em seus três pés.
  - Para o aparelho com massa, a pressão resultante em cada pé deve ser inferior a 0,020 N/mm². Para o aparelho sem massa, a pressão resultante em cada pé deve ser superior a 0,003 N/mm².

13.2.8 Gravação de sinal

- Um meio de filtrar e registrar o sinal do acelerômetro e um meio de exibir o sinal registrado (veja Figura 9: exemplo de curva representando a aceleração da massa em queda em função do tempo).
- Taxa de amostragem: mínimo 9600Hz.
- Conversor eletrônico analógico-digital com resolução mínima de 16 bits.
- Filtragem de sinal com filtro Butterworth passa-baixa de segunda ordem com frequência de corte de 500 Hz.
- O sensor de sinal é igual a 0 antes de qualquer deslocamento da massa (o deslocamento pode ser aplicado).
- Dados do sinal de aceleração com base no tempo devem ser registrados e armazenados.

Figura 9: exemplo de curva representando a aceleração da massa em queda em função do tempo



- Onde:
- T = tempo em que a massa começa a cair
  - T = tempo em que o pé de teste faz o contato inicial com a superfície (algoritmo descrito em 14.4.1)
  - T = tempo em que o pé de teste faz o contato final com a superfície (algoritmo descrito em 14.4.1)
  - G = aceleração de pico

13.3 Equipamentos auxiliares para ensaios a -5°C

- Um gabinete de condicionamento capaz de manter uma temperatura de -8°C a -12°C.
- Uma bandeja para amostras de teste com as seguintes especificações de projeto:
- Dimensões internas de pelo menos 450x450mm.
- Profundidade pelo menos 10 mm maior que a espessura da amostra de teste.
- Base de malha rígida para permitir o livre escoamento da água dos corpos de prova.

Um termômetro capaz de registrar uma faixa mínima de -15°C a + 60°C, com precisão de ±0,5°C, para registrar a temperatura da superfície.

13.4 Equipamentos auxiliares para ensaios a 50°C

- Um forno com circulação de ar em conformidade com a norma ISO 188.
- Um termômetro capaz de registrar uma faixa mínima de -15°C a + 60°C, com precisão de ±0,5°C, para registrar a temperatura da superfície.
- Um termômetro capaz de registrar uma faixa mínima de -10°C a + 60°C, com precisão de ±0,5°C, para registrar a temperatura da superfície para testes no local.

13.5 Verificação do aparelho: velocidade de impacto da massa em queda e altura de elevação

- Esta verificação é essencial para garantir o correto funcionamento do aparelho e é obrigatória.
- Para testes laboratoriais: em intervalos regulares, de acordo com a intensidade de uso do aparelho. A recomendação é de uma verificação para cada dia de teste.
- Para testes de campo: antes de qualquer teste de campo no local.

O procedimento de verificação consiste em quatro etapas e deve ser realizado em um piso de concreto de espessura mínima de 100 mm e dureza mínima de 40 MPa, verificado de acordo com a norma EN 12504-2: Ensaios de concreto em estruturas – Parte 2: Ensaios não destrutivos – Determinação do índice de rebote.

Passo um

- Configure o aparelho para uma queda livre vertical. Tolerância de verticalidade: máximo de 1°.
- Ajuste a altura da face inferior do pé de teste em 55,00±0,25 mm acima do piso rígido.
- Solte a massa no chão de concreto e registre a aceleração da massa em queda.

Passo dois

Repita o passo 1 mais duas vezes, criando um total de três impactos.

Passo três

Para cada impacto, integre o sinal de aceleração de T a T e calcule a velocidade inicial do impacto. Calcule a velocidade média dos três impactos.

A velocidade média de impacto deve estar na faixa de 1,02-1,04 m/s.

Passo quatro

Após a verificação da velocidade de impacto, coloque a massa em queda no piso rígido.

Meça a altura entre um ponto de referência estático no aparelho (por exemplo, a parte inferior do eletroímã) e o topo da massa em queda.

Esta altura será uma referência e deve ser usada para todas as medições subsequentes; ela é designada como “altura de elevação”.

13.6 Procedimento de teste

- Coloque o aparelho na posição vertical (90±1°) sobre o corpo de prova.
- Abaixe o pé de teste suavemente sobre a superfície do espécime de teste.
- Em dez segundos, defina a altura de elevação de referência descrita na etapa quatro da verificação do aparelho acima e prenda a massa em queda ao eletroímã.

Primeiro impacto

Após 30±5 segundos (para permitir que o espécime de teste relaxe após a remoção da massa de teste), libere a massa e registre o sinal de aceleração.

Dentro de dez segundos após o impacto, verifique a altura de elevação e reconecte a massa ao eletroímã.

13.6.1 Cálculo de absorção de choque

Calcule a força de pico (F<sub>pico</sub>) após o impacto com seguinte fórmula:

F<sub>máx.</sub> = mxgx G<sub>máx.</sub> + mxg

Onde

- F<sub>máx.</sub> = a força de pico, expressa em newtons (N)
- G<sub>máx.</sub> = a aceleração máxima durante o impacto, expressa em múltiplos da aceleração da gravidade (g) (1g = 9,81m/s²) considerando que o valor do sensor é igual a 0g no início do registro quando a massa está estática

F<sub>(t)</sub> = mxgx (G + 1)

- m = massa em queda, incluindo mola, pé de teste e acelerômetro, expressa em quilogramas
- g = aceleração da gravidade (9,81m/s²)

Calcule a força de pico (F) no impacto como o valor máximo da força (veja a Figura 10: curvas de exemplo mostrando a aceleração da massa em queda em relação ao tempo (esquerda) e a força no espécime de teste em relação ao tempo (direita)).

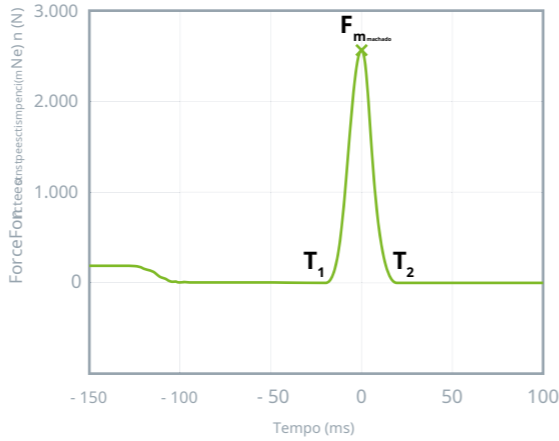
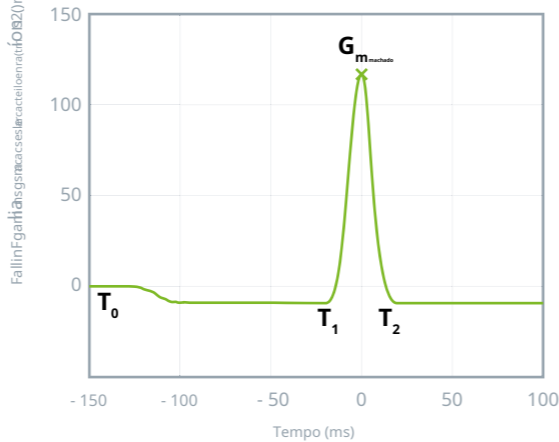
Calcule a absorção de choque usando a seguinte fórmula:

SA = [ 1 - F<sub>máx.</sub> / F<sub>referência</sub> ] x 100

Onde:

- SA = absorção de choque, expressa em percentagem
- F<sub>máx.</sub> = força máxima medida na superfície esportiva, em newtons
- F = força de referência fixada em 6.760N (valor teórico calculado para uma laje de concreto

Figura 10: curvas de exemplo mostrando a aceleração da massa em queda em função do tempo (superior) e a força no corpo de prova em função do tempo (inferior)



chão)

13.6.2 Expressão dos resultados

Relate o valor de absorção de choque para o 0,1% mais próximo, por exemplo, 56,9%.

13.7 Testes laboratoriais

O piso de testes do laboratório deve ser de concreto com as seguintes características:

Espessura mínima de 100 mm.

Dureza do concreto de no mínimo 40MPa, verificada de acordo com a norma EN 12504-2: Ensaios de concreto em estruturas, Parte 2: Ensaios não destrutivos – Determinação do índice de rebote.

13.7.1 Ensaios laboratoriais a 23±2°C Faça um único impacto no corpo de prova de acordo com o procedimento de teste descrito em Seção 13.6: Procedimento de teste .

Repita o procedimento em três posições, cada uma a pelo menos 100 mm de distância e a pelo menos 100 mm das bordas do corpo de prova.

Calcule o valor médio de absorção de choque das três posições.

Realize testes em condições secas e úmidas, conforme apropriado.

13.7.2 Ensaios laboratoriais a -5°C

Coloque o espécime de teste na bandeja de amostra e mergulhe-o em água a uma profundidade de pelo menos 10 mm acima do topo da pilha de grama artificial.

Após um período mínimo de uma hora, retire o corpo de prova da água e coloque-o sobre uma base com drenagem livre para permitir a drenagem por gravidade durante 30±2 minutos.

Coloque a amostra e a bandeja de teste em uma câmara de condicionamento a uma temperatura máxima de -8°C.

Após um mínimo de 24 horas, remova a amostra de teste e a bandeja da câmara de condicionamento. A menos que a amostra de teste contenha uma base mineral não ligada, remova-a cuidadosamente da bandeja, certificando-se de que nenhum material de preenchimento seja perturbado.

Coloque a amostra de teste no piso de teste e deixe-a aquecer. Monitore sua temperatura inserindo uma sonda de temperatura na parte superior do enchimento de desempenho em sistemas preenchidos ou na parte superior do suporte primário em sistemas não preenchidos.

Quando a sonda de temperatura indicar -5 °C, registre a absorção de choque (redução da força) (apenas um impacto). Mova o AAA e repita para obter três resultados.

A temperatura da amostra não deve ultrapassar -3°C durante o teste.

Não escove nem ajuste a superfície de nenhuma forma antes dos impactos.

Realize testes somente em condições secas.

Calcule o valor médio de absorção de choque (redução de força) (-5°C) de três impactos iniciais.

Observação: Resfriar uma laje de concreto no congelador e usá-la como piso de teste aumentará o tempo disponível para a realização dos ensaios. A laje de concreto deve estar plana e imóvel durante os ensaios.

13.7.3 Ensaios de laboratório a 50°C

Pré-aqueça o forno a uma temperatura de 50+2°C.

Coloque a amostra de teste dentro do forno.

Dentro do forno, o corpo de prova deve estar estável, livre e exposto à circulação de ar por todos os lados.

Após 240±5 minutos, retire o corpo de prova do forno e coloque-o no piso de teste.

Monitore a temperatura da amostra de teste inserindo uma sonda de temperatura na parte superior do preenchimento de desempenho em sistemas preenchidos ou na parte superior do suporte primário em sistemas não preenchidos.

Determinar a absorção de choque, fazendo um único impacto em um local, de acordo com o procedimento de teste descrito emSeção 13.6: Procedimento de teste .

A temperatura da amostra de teste não deve cair abaixo de 48°C.

Realize testes somente em condições secas.

Calcule a absorção de choque (redução de força) (50°C).

Se o resultado desta posição inicial (primeira) não atender ao requisito, repita o procedimento em dois outros locais, com pelo menos 100 mm de distância um do outro e pelo menos 100 mm das bordas do corpo de prova.

Calcule o valor médio da absorção de choque (50°C) das três posições de teste.

Observação: Aquecer uma laje de concreto no forno e usá-la como piso de teste aumenta o tempo disponível para a realização dos ensaios. A laje de concreto deve estar plana e imóvel durante os ensaios.

13.7.4 Ensaios laboratoriais após utilização simulada (Lisport XL)

Condicione a amostra de teste para o nível de qualidade específico de acordo com o Apêndice I – Lisport XL: procedimento de preparação da amostra.

Sempre que possível, realize os testes com a amostra dentro da máquina Lisport XL ou remova cuidadosamente a amostra da máquina Lisport XL e coloque-a no piso de teste.

Determine a absorção de choque do corpo de prova a partir de um único impacto em cinco posições.

Cada medição deve ser feita na área totalmente condicionada do corpo de prova, a pelo menos 250 mm de qualquer borda e a pelo menos 150 mm de qualquer outra posição de teste.

Realize testes somente em condições secas.

Calcule o valor médio de absorção de choque (redução de força) do segundo e terceiro impactos para cada posição de teste.

Calcule o valor médio de absorção de choque (redução de força – uso simulado) das cinco posições de teste.

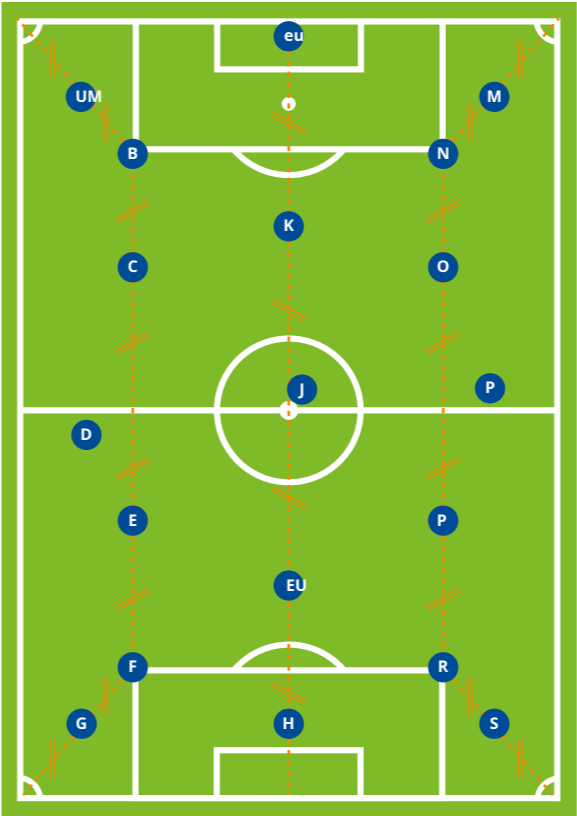
13.8 Testes de campo 13.8.1 Condições de teste

Os testes devem ser realizados nas condições meteorológicas encontradas no momento do teste, respeitando os limites deSeção 5: Testes de campo (local) . As condições devem ser relatadas.

13.8.2 Procedimento

Os testes devem ser realizados nas 19 posições de teste mostradas naFigura 11: Posições de teste de campo. Quinze posições de teste são essencialmente fixas e devem estar nas posições gerais mostradas. As posições F, R, N e B podem estar nas posições mostradas ou em outros locais selecionados a critério do técnico credenciado pela FIFA. Juntas de carpete coladas devem ser evitadas, a menos que sejam motivo de reclamação ou preocupação.

Figura 11: posições de teste de campo



13.8.3 Cálculo dos resultados

Relate os valores de absorção de choque para cada local de teste.

14. DETERMINAÇÃO DA DEFORMAÇÃO DE PICO (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-04)

14.1 Escopo

O método de teste de deformação de pico para uma superfície de grama sintética de futebol envolve a liberação de uma massa com uma mola sobre o corpo de prova e o registro de sua aceleração desde a liberação até o impacto. O deslocamento máximo da massa em queda no corpo de prova após o impacto é usado para calcular a deformação de pico do corpo de prova. Este teste avalia a extensão da deformação sofrida pelo corpo de prova após o impacto.

14.2 Aparelho de teste

Veja a descrição emSeção 13.2: Aparelho de teste .

14.3 Verificação do aparelho

Veja a descrição emSeção 13.5: Verificação do aparelho: velocidade de impacto da massa em queda e altura de elevação .

14.4 Procedimento de teste

Veja a descrição emSeção 13.6: Procedimento de teste .

14.4.1 Cálculo e expressão dos resultados A velocidade (V(t)) e o deslocamento (D(t)) da massa em queda são calculados por integração simples e dupla, respectivamente, da aceleração da massa em queda sobre o sinal completo (verSeção 13.6.1: Cálculo de absorção de choque ). Para a integração da velocidade, V(t) é 0 m/s no início do sinal (antes do início da queda). Para a integração do deslocamento, D(t) é 0 mm no momento do contato inicial entre o pé de teste e o corpo de prova (T emSeção 13.6.1: Cálculo de absorção de choque ).

Compressão da mola, D<sub>primavera</sub>(t), ao longo de a fase de contato entre o pé de teste e a amostra de teste, [T , T ], é calculada da seguinte forma:

D<sub>primavera</sub>(t) = F(t) / C<sub>primavera</sub>

- Onde:
- $D_{primavera}(t)$  = a compressão da mola (mm)
  - $F(t)$  = força aplicada pela massa em queda sobre o corpo de prova, conforme detalhado em seção 13.6.1: Cálculo de absorção de choque, expresso em newtons
  - $C$  = taxa de mola, conforme detalhado em seção 13.2.5: Mola de aço espiral, expressa em newtons por milímetro

Deformação do corpo de prova,  $D_{espécime}(t)$ , ao longo de intervalo de tempo  $[T_1, T_2]$  é dado por:

$$D_{espécime}(t) = - D_{teste do pé}(t) = - \left( D_{massa}(t) + D_{primavera}(t) \right)$$

- Onde:
- $D_{espécime}(t)$  = a deformação do corpo de prova, expresso em milímetros
  - $D_{teste do pé}(t)$  = deslocamento do pé de teste, expresso em milímetros

O intervalo de tempo  $[T_1, T_2]$  é determinado da seguinte forma:

Calcule o gradiente da curva força versus tempo por meio da diferenciação numérica dos dados. Filtre a saída com um filtro passa-baixa usando um filtro Butterworth de segunda ordem com frequência de corte de 250 Hz. A curva resultante é denominada gradiente de força.

$T_1$  Encontre o último ponto antes do pico de força, onde a curva força versus tempo cruza a linha de 30N. Se o gradiente de força neste ponto exceder 15 kN/s, isso é definido como  $T_1$ . Se o gradiente de força neste ponto não exceder 15 kN/s, avance no tempo até que esta condição seja atendida pela primeira vez, o que é definido como  $T_1$ .

$T_2$  Encontre o primeiro ponto após o pico de força onde a curva força versus tempo cruza a linha de 30N. Se o gradiente de força absoluto neste ponto exceder 15 kN/s, isso é definido como  $T_2$ . Se o gradiente de força absoluto neste ponto não exceder 15 kN/s, retroceda no tempo até que esta condição seja atendida pela primeira vez, o que é definido como  $T_2$ .

A deformação de pico ( $D_{pk}$ ) do corpo de prova é definida como o valor máximo de  $D_{espécime}(t)$  no intervalo  $[T_1, T_2]$ . Por favor veja Figura 12: exemplos de curvas de aceleração da massa em queda em relação ao tempo (canto superior esquerdo), força do corpo de prova (ilustrando a fase de contato) em relação ao tempo (canto superior direito), velocidade da massa em queda em relação ao tempo (centro esquerdo), deslocamentos da massa em queda e do pé de teste em relação ao tempo (canto inferior esquerdo) e deformação do corpo de prova em relação ao tempo (canto inferior direito).

Figura 12:

curvas de exemplo de aceleração da massa em queda em relação ao tempo (abaixo à esquerda), força do espécime de teste (ilustrando a fase de contato) em relação ao tempo (abaixo à esquerda), velocidade da massa em queda em relação ao tempo (acima à direita), deslocamentos da massa em queda e do pé de teste em relação ao tempo (abaixo à direita) e deformação do espécime de teste em relação ao tempo (abaixo à direita)

A deformação máxima é relatada com precisão de 0,1 mm.

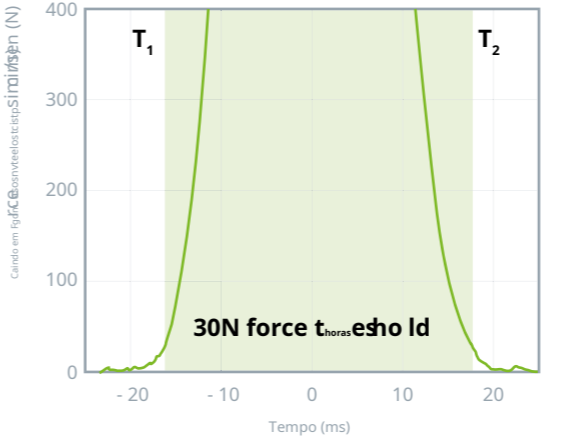
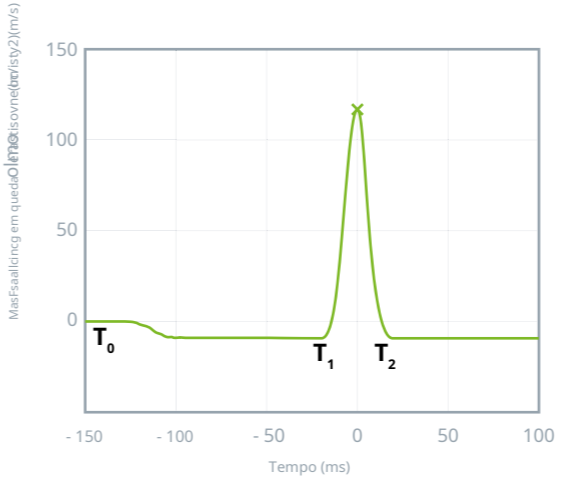
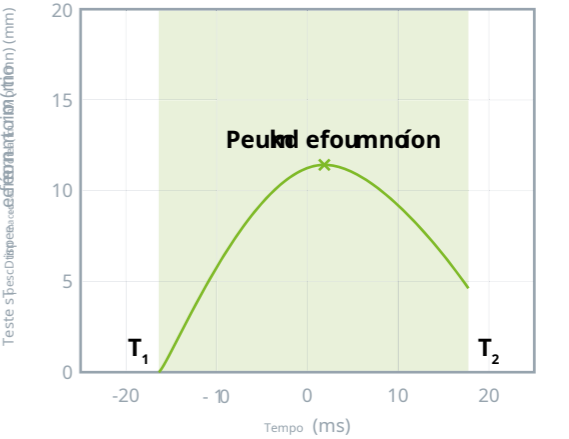
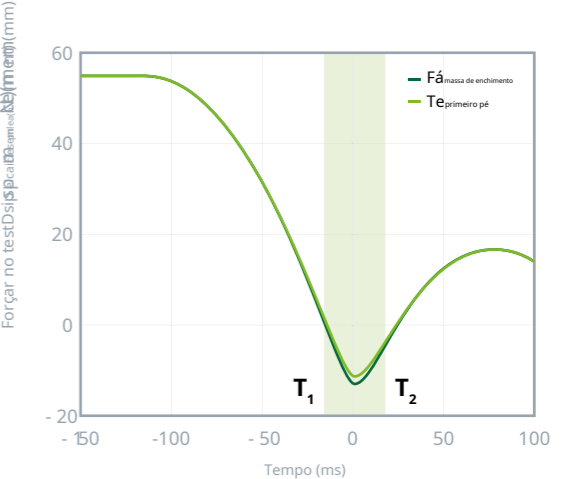


Figura 12:

curvas de exemplo de aceleração da massa em queda em relação ao tempo (abaixo à esquerda), força do espécime de teste (ilustrando a fase de contato) em relação ao tempo (abaixo à esquerda), velocidade da massa em queda em relação ao tempo (acima à direita), deslocamentos da massa em queda e do pé de teste em relação ao tempo (abaixo à direita) e deformação do espécime de teste em relação ao tempo (abaixo à direita)

A deformação máxima é relatada com precisão de 0,1 mm.



14.5 Testes laboratoriais

14.5.1 Ensaios laboratoriais a 23±2°C

A deformação de pico é calculada para as três posições testadas para absorção de choque (verSeção 13.7.1: Ensaios de laboratório a 23±2°C ).

Calcule o valor médio da deformação de pico das três posições de teste.

Realize testes em condições secas e úmidas, conforme apropriado.

14.5.2 Ensaios laboratoriais a -5°C

A deformação de pico é calculada para a posição testada para absorção de choque (verSeção 13.7.2: Ensaios de laboratório a -5°C ).

Calcule o valor médio da deformação máxima (-5°C) dos três impactos iniciais.

14.5.3 Ensaios de laboratório a 50°C

A deformação de pico é calculada para a posição testada para absorção de choque (verSeção 13.7.3: Ensaios de laboratório a 50°C ).

Se necessário, calcule o valor médio da deformação máxima (50°C) das três posições de teste.

14.5.4 Ensaios laboratoriais após utilização simulada (Lisport XL)

A deformação de pico é calculada para a(s) posição(ões) testada(s) para absorção de choque (verSeção 13.7.4: Testes de laboratório após uso simulado (Lisport XL) ).

Realize testes somente em condições secas.

Calcule o valor médio da deformação de pico (uso simulado) das cinco posições de teste.

14.6 Testes de campo

14.6.1 Condições de teste

Os testes devem ser realizados nas condições meteorológicas encontradas no momento do teste, respeitando os limites deSeção 5: Testes de campo (local) . As condições devem ser relatadas.

14.6.2 Procedimento

A deformação de pico é calculada para as posições testadas para absorção de choque (verSeção 13.8.2: Procedimento ).

14.6.3 Cálculo dos resultados

Relate os valores de deformação de pico para cada local de teste.

15. DETERMINAÇÃO DO RETORNO DE ENERGIA (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-05)

15.1 Escopo

O método de teste de retorno de energia para uma superfície de grama sintética de futebol envolve a liberação de uma massa com uma mola sobre o corpo de prova e o registro de sua aceleração desde a liberação até o impacto. O retorno de energia é determinado pela análise da energia transferida de volta para a massa em queda durante a fase de descarga. Este teste avalia a capacidade da superfície de retornar energia após o impacto.

15.2 Aparelho de teste

Veja a descrição em Seção 13.2: Teaparelho st.

15.3 Verificação de o aparato s

Veja a descrição no Seção 13.5: Verificação do e aparelho: massa em queda, velocidade de impacto y e altura de elevação t.

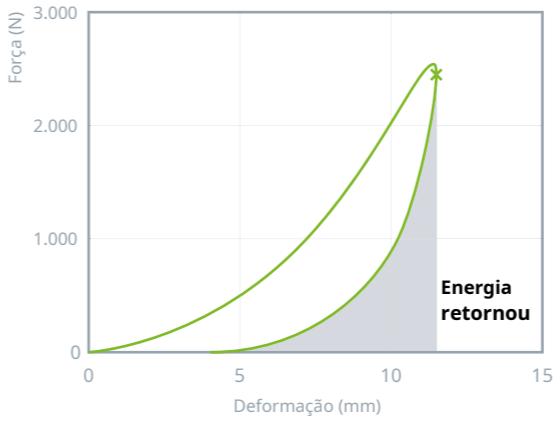
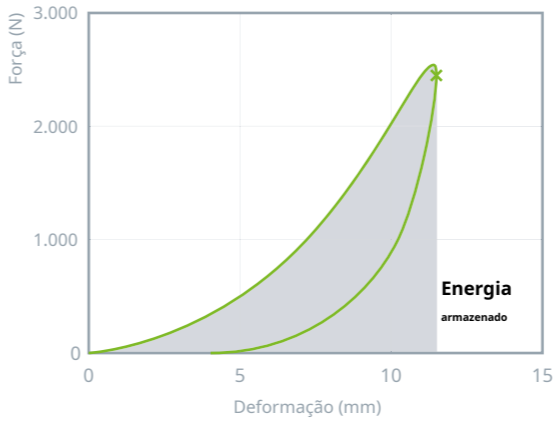
15.4 Procedimento de teste

Veja a descrição em Seção 13.6: Teprimeiro procedimento.

15.4.1 Cálculo e expressão dos resultados O retorno de energia para a massa em queda é determinado a partir da área sob a fase de descarga da força do corpo de prova versus a curva de deformação. A área é calculada usando a regra do trapézio (verFigura 13: exemplos de curvas de força versus deformação do corpo de prova, ilustrando a área sob a curva de carga ou energia armazenada (direita) e a área sob a curva de descarga ou energia devolvida à massa em queda (esquerda)) . A força é calculada conforme descrito em Seção 13.6.1: cálculo de absorção de choque e a deformação é calculada conforme descrito emSeção 14.4.1: cálculo e expressão de resultados .

O retorno de energia é relatado com precisão de 0,1 J.

Figura 13: exemplos de curvas de força versus deformação do corpo de prova, ilustrando a área sob a curva de carga ou energia armazenada (direita) e a área sob a curva de descarga ou energia devolvida à massa em queda (esquerda)



15.5 Testes laboratoriais

15.5.1 Ensaios laboratoriais a 23±2°C

O retorno de energia é calculado para as três posições testadas para absorção de choque (verSeção 14.5.1: Ensaios de laboratório a 23±2°C ).

Realize testes em condições secas e úmidas, conforme apropriado.

Calcule o valor médio do retorno de energia das três posições de teste.

15.5.2 Ensaios laboratoriais a -5°C

O retorno de energia é calculado para as três posições testadas para absorção de choque (verSeção 14.5.2: Ensaios de laboratório a -5°C ).

Calcule o valor médio do retorno energético do três posições de teste .

15.5.3 Testes de laboratório ts a 50°C

O retorno de energia é culados para o três posições s testado para choque ab sorção (ver s eSeção 14.5.3: Testes de laboratório em (50°C).

Calcular a média valor de energia e retorno do três posições de teste .

15.5.4 Testes de laboratório ts após simul um de ted (Lisport XL)

O retorno de energia é calculado para a posição testada para absorção de choque (verSeção 14.5.4: Testes de laboratório após uso simulado (Lisport XL) ).

Realize testes somente em condições secas.

Calcule o valor médio do retorno energético (uso simulado) das cinco posições de teste.

15.6 Testes de campo

15.6.1 Condições de teste

Os testes devem ser realizados nas condições meteorológicas encontradas no momento do teste, respeitando os limites deSeção 5: Testes de campo (local) . As condições devem ser relatadas.

15.6.2 Procedimento

O retorno de energia é calculado para a posição testada para absorção de choque (verSeção 14.6.2: Procedimento ).

15.6.3 Cálculo dos resultados

Relate os valores de retorno de energia para cada posição de teste.

16. DETERMINAÇÃO DA ALTURA CRÍTICA DE QUEDA (EN 17435 MÉTODO A)

16.1 Escopo

Este método de teste define o procedimento para determinar a altura crítica de queda (CFH) de superfícies, de acordo com a norma EN 17435 Método A. A CFH é a altura máxima da qual um jogador pode cair na superfície testada sem exceder o valor de 1.000 do critério de lesão na cabeça (HIC). O HIC é uma medida usada para avaliar a probabilidade de uma lesão na cabeça resultante de um impacto. É calculado com base na aceleração da cabeça e na duração do impacto, com valores mais baixos indicando um risco reduzido de lesões graves.

16.2 Ajuste do Método A da EN 17435

Para a determinação do teste de CFH a 1.000 HIC, quando o  $\Delta t$  (ou  $t - t_1$ ) for menor que 3 ms, o Método A da EN 17435 exige que os resultados sejam descartados, impedindo o traçado da curva de CFH. Se a curva de CFH não puder ser traçada devido a um  $\Delta t < 3$  ms, o seguinte método alternativo deve ser seguido:

- Teste a amostra do produto e encontre a altura máxima( arredondado para o 0,1 m mais próximo) em que **três gotas no mesmo local de teste**(Quanto ao Método A), atenda aos seguintes critérios:  $\Delta t > 3$  ms,  $G < 200$  g e  $HIC < 1.000_{max}$ . Incremente a altura em 0,1 m por 0,1 m a partir de 0,6 m para encontrar a altura máxima.

17. DETERMINAÇÃO DO PICO DE TORQUE (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-06)

17.1 Escopo

O método de teste de pico de torque para uma superfície de grama sintética de futebol mede o torque máximo necessário para girar um pé carregado, colocado horizontalmente sobre a superfície de teste, com um eixo central de rotação perpendicular à superfície. Essa medição determina a resistência rotacional da superfície.

17.2 Aparelho de teste

Um esquema que apresenta a configuração mecânica do aparelho é fornecido em **Figura 14: Aparelho de tração rotacional do atleta (RTA)**. É composto pelos seguintes componentes:

- Um pé de teste circular de diâmetro 150±2mm, com seis pinos de futebol (conforme descrito em **seção 9: Tachas de futebol usadas para teste**) igualmente espaçados na parte inferior do pé de teste em um raio de passo de 46±1 mm do centro do disco.
- Um eixo é rigidamente fixado ao pé de teste e apoiado por, no mínimo, duas buchas ou mancais de baixo atrito, posicionados a pelo menos 200 mm um do outro. O conjunto eixo-pé deve girar livremente apenas em torno do eixo vertical (Z). Durante a operação, o conjunto eixo-pé desliza linearmente no eixo vertical, facilitando a compressão da mola interna.
- O corpo do dispositivo é rigidamente fixado a uma placa de base sobre a qual o operador fica em pé ou ajoelhado. Um mínimo de seis pinos de futebol (conforme descrito em **seção 9: Tachas de futebol usadas para teste**) são dispostas na parte inferior da placa de base para minimizar qualquer contrarotação durante a operação.
- Uma chave de torque de cabo único com comprimento de 500±10 mm que se fixa na parte superior do eixo.

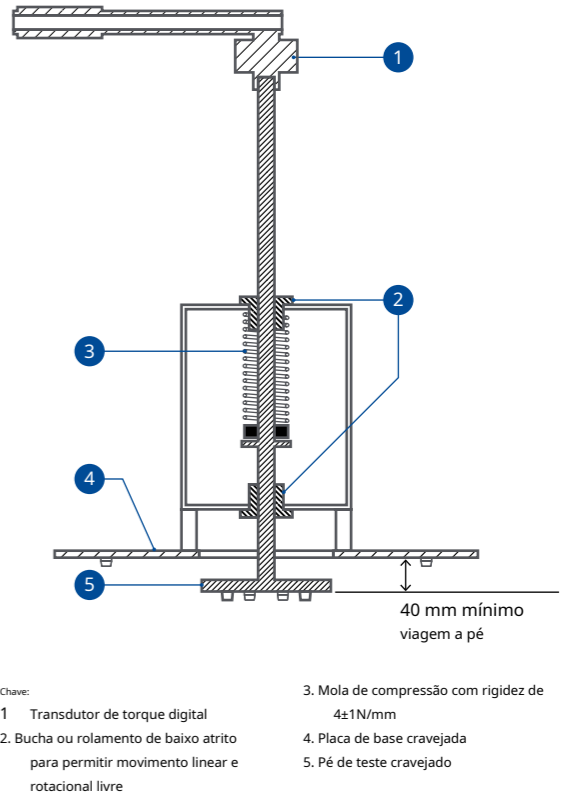


- Um sensor de torque (faixa mínima de 0 a 60 Nm, com precisão de ±1 Nm, incluindo incerteza de calibração) e um sensor de ângulo, ambos fixados ao eixo e capazes de registrar os dados de torque e ângulo durante toda a rotação do pé de teste. Deve haver um meio de calibrar o sensor de ângulo com uma precisão de 0,5° entre 0° e 90°.
- Um meio de registrar e filtrar os sinais dos sensores de torque e ângulo e um meio de exibir os sinais resultantes (ver **Figura 15: exemplos de gráficos de torque x ângulo (superior) e ângulo x tempo (inferior) de um teste RTA**). A taxa de amostragem mínima deve ser de 250 Hz e o conversor A/D (analógico-digital) deve ter uma resolução mínima de 16 bits. Dados de sinais de ângulo e torque com base no tempo devem ser registrados e armazenados.
- O dispositivo abriga uma mola com rigidez de 4±1N/mm. A rigidez da mola deve permanecer dentro dessa tolerância em uma distância comprimida de pelo menos 50 mm após qualquer pré-compressão, ou 150 mm quando não houver pré-compressão.
- A massa total de todos os dispositivos (sensores e/ou alça) fixados na parte superior do eixo não deve exceder 3,5 kg.

O dispositivo aplica uma força de 450 N ± 20 N através do pé de teste sobre a superfície quando comprimido pelo operador em pé, montando a placa de base. A mola deve ser comprimida em no mínimo 40 mm quando o dispositivo estiver montado, ponto em que a parte inferior do pé de teste deve se alinhar horizontalmente com a parte inferior da placa de base.

A força aplicada deve incluir a força gerada pela mola de compressão, além de qualquer força descendente resultante da massa do conjunto eixo-pé e quaisquer componentes rigidamente fixados nele.

Figura 14: Aparelho RTA



Ao ficar sobre a placa de base, o técnico deve tomar cuidado extra para garantir que a parte inferior do disco cravejado esteja paralela à parte inferior da placa de base e que não ocorra contrarotação da placa de base ao aplicar torque ao conjunto eixo-pé.

No projeto do equipamento, deve-se pensar em reduzir ao mínimo qualquer fonte de atrito rotacional não resultante da interação entre o pé de teste e a superfície, incluindo, mas não se limitando ao mecanismo de suporte do eixo, mecanismo de suporte da mola e qualquer outra superfície de contato que possa afetar o valor de pico de torque medido.

17.3 Procedimento de teste

Antes de realizar cada teste, certifique-se de que o disco e os pinos estejam limpos de qualquer resíduo/detrito.

Monte o aparelho e garanta a livre movimentação da haste e do pé de teste. Coloque o pé de teste em uma área representativa da superfície e evite a presença de partículas grandes que possam afetar a estabilidade da placa de base ou os valores registrados pelo pé de teste.

O técnico coloca o primeiro pé ou joelho na placa de base e depois coloca o segundo pé ou joelho na placa de base.

O técnico então levanta o primeiro pé/joelho da placa de base e o recoloca sobre ela. Ele também levanta o segundo pé/joelho da placa de base e o recoloca sobre ela. Essa operação de balanceamento serve para forçar os pinos da placa de base a se encaixarem na superfície, garantindo que ela fique plana e estável. Sem exercer nenhuma pressão vertical sobre a chave dinamométrica e aplicando um torque rotacional mínimo à chave dinamométrica, o técnico gira a chave e o pé de teste suavemente, sem solavancos, por um mínimo de 90°, por um período de aproximadamente quatro segundos.

Registre o valor máximo exibido no torquímetro com precisão de 0,1 Nm.

17.4 Testes laboratoriais

Determine o torque máximo em cinco posições, garantindo que cada posição de teste esteja a pelo menos 100 mm (borda externa do pé de teste até a borda externa) de distância e a pelo menos 100 mm (borda externa do pé de teste) das laterais do corpo de prova. Se a velocidade rotacional média de qualquer teste for inferior a 20°/s ou superior a 50°/s, repita o teste em uma nova posição. Calcule a média das cinco posições de teste.

Realize testes em condições secas e úmidas, conforme apropriado.

**17.5 Teste de laboratório após uso simulado** Sempre que possível, realize os ensaios com o corpo de prova dentro da máquina Lisport XL ou remova cuidadosamente o corpo de prova da máquina Lisport Wear e coloque-o sobre o piso de ensaio. Determine o torque de pico, a rigidez ao cisalhamento rotacional e o torque a 10° do corpo de prova em cinco posições. Cada medição deve ser realizada na área totalmente condicionada do corpo de prova, a pelo menos 250 mm de qualquer borda e a pelo menos 100 mm de qualquer outra posição de ensaio. Se a velocidade rotacional média de qualquer ensaio for inferior a 20°/s ou superior a 50°/s, repita o ensaio em uma nova posição. Calcule a média a partir das cinco posições de ensaio.

17.6 Testes de campo

17.6.1 Condições de teste

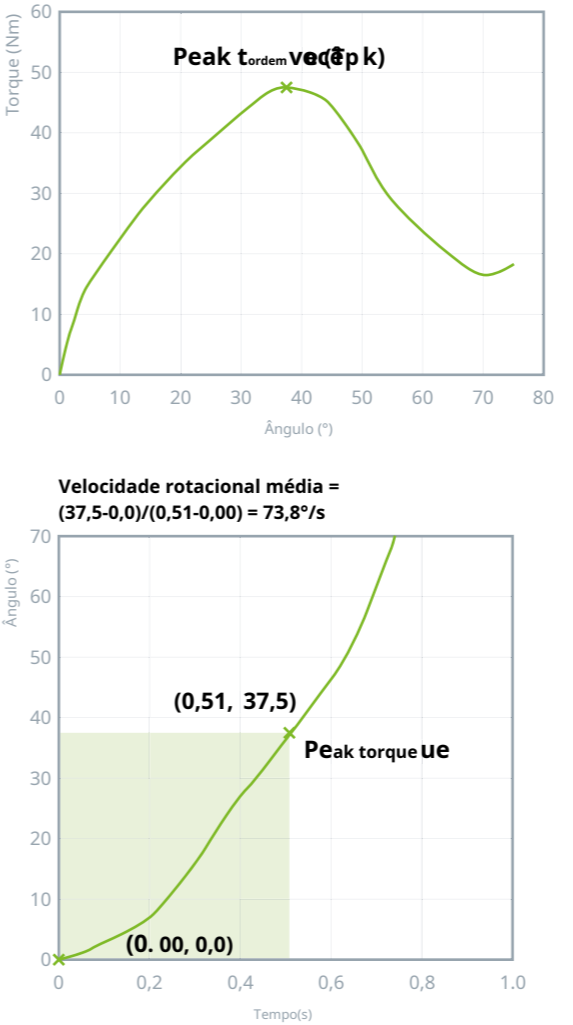
Os testes devem ser realizados nas condições meteorológicas encontradas no momento do teste, respeitando os limites de Seção 5: Testes de campo (local). As condições devem ser relatadas.

17.6.2 Procedimento

Em cada local de teste, realize cinco medições individuais, cada uma com pelo menos 100 mm de distância (borda externa da placa de base até a borda externa da placa de base). Se a velocidade rotacional média de qualquer teste for inferior a 20°/s ou superior a 50°/s, repita o teste em uma nova posição.

**17.7 Cálculo e expressão de resultados** Filtre os dados de torque e ângulo a 10 Hz com um filtro Butterworth de segunda ordem. Corrija qualquer desvio da linha de base nos conjuntos de dados de torque e ângulo subtraindo o valor mínimo de todo o sinal, para que o torque mínimo se torne 0,0 Nm e o ângulo mínimo se torne 0,0°.

Figura 15: exemplos de gráficos de torque x ângulo (superior) e ângulo x tempo (inferior) de um teste RTA



Encontre o pico de torque e o instante em que ele ocorre. O pico de torque representa a resistência rotacional.

Encontre o ângulo e o tempo correspondentes ao torque máximo.

Trabalhando de trás para frente a partir do torque máximo, encontre o momento em que o torque cai abaixo de 1 Nm, o que se supõe representar o início da rotação.

Encontre o ângulo no início da rotação.

Calcule a velocidade rotacional média do início da rotação até o pico de torque como a mudança no ângulo dividida pela mudança no tempo:

$$RV_{MN} = \frac{(U_{PK} - A_s)}{(t_{PK} - t_s)}$$

Onde:

- $RV_{MN}$  = a velocidade rotacional média desde o início de rotação para torque máximo, expresso em graus por segundo
- $A_s$  = ângulo de pico de torque, expresso em graus
- $A_s$  = ângulo no início da rotação, expresso em graus
- $t_{PK}$  = tempo de pico de torque, expresso em segundos
- $t_s$  = tempo de início da rotação, expresso em segundos

Calcule o valor médio do torque máximo.

Relate o resultado médio para o 0,1 Nm mais próximo, por exemplo, 40,3 Nm.

18. DETERMINAÇÃO DA RIGIDEZ AO CISALHAMENTO ROTACIONAL (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-07)

18.1 Escopo

O método de teste para rigidez ao cisalhamento rotacional em uma superfície de grama sintética para futebol avalia a taxa de aumento de torque com o ângulo de rotação necessário para girar um pé de teste carregado e posicionado horizontalmente sobre a superfície. O pé de teste tem um eixo central de rotação perpendicular à superfície. A rigidez ao cisalhamento rotacional quantifica o gradiente da resistência da superfície às forças rotacionais e determina o torque necessário ao longo da rotação.

18.2 Aparelho de teste

A rigidez ao cisalhamento rotacional pode ser determinada usando o RTA (versecção 17.2: Aparelho de teste ).

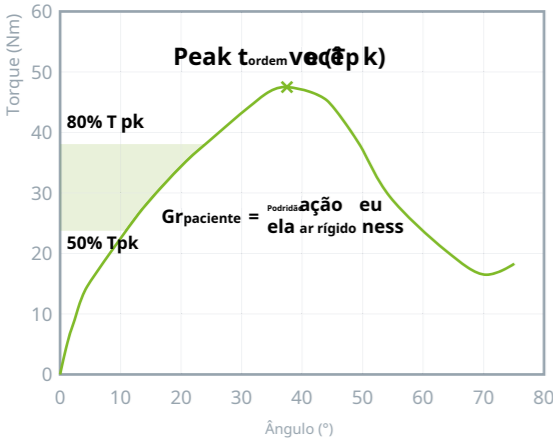
18.3 Procedimento de teste

Veja a descrição emSecção 17.3: Procedimento de teste .

18.4 Cálculo e expressão de resultados Ajuste uma reta a todos os dados de torque (eixo y) e ângulo (eixo x) entre 50% e 80% do torque máximo durante a fase de desenvolvimento até o pico (veja a Figura 16: gráfico de exemplo de torque versus ângulo, ilustrando a região usada para calcular a rigidez ao cisalhamento rotacional abaixo). O gradiente dessa reta representa a rigidez ao cisalhamento rotacional.

Figura 16: exemplo de gráfico de torque v. ângulo, ilustrando a região usada para calcular a rigidez ao cisalhamento rotacional

Calcule o valor médio da rigidez ao cisalhamento rotacional.



Relate a rigidez ao cisalhamento rotacional média com aproximação de 0,01 Nm/°, por exemplo, 0,92 Nm/°. A incerteza da medição da rigidez ao cisalhamento rotacional é de ±0,05 Nm/°.

18.5 Testes laboratoriais

A rigidez ao cisalhamento rotacional é calculada para as cinco posições testadas para resistência rotacional (leve). Calcule a rigidez ao cisalhamento rotacional média das cinco posições testadas.

18.6 Teste de laboratório após uso simulado (Lisport XL)

Realize testes em condições secas e úmidas, conforme apropriado.

A rigidez ao cisalhamento rotacional é calculada para as cinco posições testadas para resistência rotacional (leve). Calcule a rigidez ao cisalhamento rotacional média das cinco posições testadas.

18.7 Testes de campo

18.7.1 Condições de teste

Os testes devem ser realizados nas condições meteorológicas encontradas no momento do teste, respeitando os limites deSecção 5: Testes de campo (local) . As condições devem ser relatadas.

18.7.2 Procedimento

A rigidez ao cisalhamento rotacional é calculada para as posições testadas para resistência rotacional (leve).



19. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DA PLANARIDADE DA SUPERFÍCIE (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-08)

19.1 Escopo

A avaliação da planaridade da superfície em um gramado de futebol envolve a avaliação da regularidade da superfície de jogo usando uma régua reta que é puxada longitudinal e transversalmente entre as linhas de jogo. Uma cunha graduada calibrada, chamada de medidor de deslizamento, é usada para medir desvios abaixo da régua. Este método de teste fornece medições quantificáveis das irregularidades da superfície, garantindo que a superfície de jogo atenda ao padrão de planura exigido.

19.2 Aparelho de teste

19.2.1 Uma régua com as seguintes características:

- a. Comprimento: 3.000 ± 20 mm; largura: 75 mm ± 25 mm; altura: 40 ± 10 mm.
- b. Peso mínimo: 6,6 kg. O peso do dispositivo de teste pode precisar ser aumentado se a régua não ficar sobre o enchimento devido à elasticidade do fio. Adicione peso suficiente para que a régua fique sobre o enchimento.
- c. Linearidade da régua: ±2mm.
- d. Rigidez da régua: 2mm (mínimo).
- e. Lado deslizante na superfície: 75±25mm x 3.000±20 mm.

- f. Um meio de puxar a régua, normalmente uma corda. Esta pode ser fixada diretamente à régua ou passada através de um núcleo oco na régua. O comprimento da corda deve ser suficiente para permitir que o técnico puxe a régua em linha reta e observe os possíveis desvios sob ela. O técnico deve estar a uma distância mínima de 3,0 m e máxima de 5,0 m da régua ao puxá-la.

19.2.2 Cunha (calibre de deslizamento)

- a. Comprimento: 200,0 mm (mínimo). Se a cunha de 200 mm for muito grande, uma cunha pequena ou uma régua pequena podem ser usadas para avaliar o desvio.
- b. Largura: 15,0 mm (mínimo).
- c. Altura: 2-18 mm (mínimo).
- d. Ângulo da cunha: 5±1°.

O calibrador de deslizamento deve ser graduado em sua superfície superior em intervalos correspondentes a um aumento de 1,0 mm na altura.

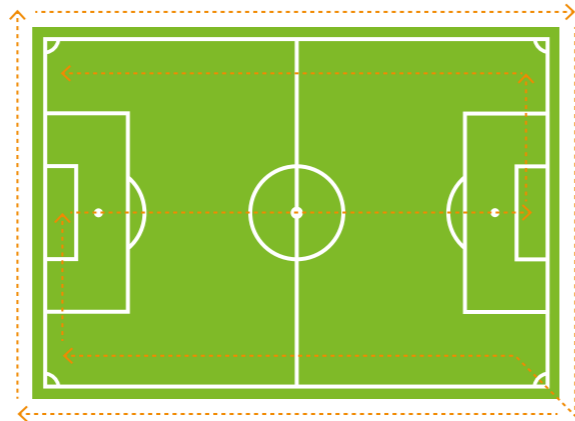
- 19.3 Procedimento de teste
- Partindo de um dos cantos, com o centro da régua no centro da linha lateral, a régua deve ser arrastada pela superfície de jogo paralelamente às linhas longitudinais.
  - A régua deve ser puxada ao longo da superfície com uma velocidade tal e sem movimentos bruscos que garanta que ela permaneça em contato com a superfície e não salte dela.
  - Para garantir que a superfície de jogo seja completamente verificada, recomenda-se uma sobreposição mínima de aproximadamente 0,25 m entre cada passagem sucessiva.
  - Quando houver suspeita de desvio, o engenheiro de teste deve colocar a régua sobre o desvio suspeito e girá-la para encontrar a maior abertura sob a régua.
  - Todos os desvios ≥10 mm devem ser registrados em uma planta do local. Deve ficar claro se o desvio é um ponto alto ou baixo.
  - A critério do engenheiro de teste presente no local e após a conclusão da verificação da superfície paralela às linhas longitudinais, o procedimento pode ser repetido perpendicularmente às linhas longitudinais.

20. PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO VISUAL DO CAMPO (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-09)

20.1 Escopo

O técnico credenciado pela FIFA percorre sistematicamente o campo, seguindo um padrão pré-determinado. Durante essa inspeção, quaisquer não conformidades visuais ou desvios dos padrões exigidos são cuidadosamente observados e documentados em uma planta do local. Esse método garante que todos os problemas ou discrepâncias visíveis no campo sejam registrados com precisão para posterior avaliação e adoção das medidas corretivas pertinentes.

Figura 17: padrão de caminhada para inspeção visual



Defeitos de planaridade – legenda	
<b>Planaridade</b> <b>Hxx</b> –ponto alto de +xxmm <b>Lxx</b> –ponto baixo de -xxmm	<b>Aspersores pop-up</b> <b>SPD</b> –tampa do sprinkler pop-up irregular (menor dano)
<b>Defeitos – costuras</b> <b>SF</b> –falha de costura <b>SG</b> –abertura na costura	<b>Traves de gol</b> <b>GPA</b> –colar de retenção da trave (“A” para ancoragem) acima do nível de preenchimento <b>GPL</b> –trave posicionada incorretamente na linha <b>GPN</b> –rede de gol quebrada <b>GPP</b> –falta de tinta nas traves <b>GPG</b> –colchete perigoso (G para lacuna) entre trave e barra de retenção da rede
<b>Defeitos – fibras</b> <b>Flórida</b> –fibras soltas <b>FA</b> –adesivo em fibras <b>Facebook</b> –fibras queimadas <b>FW</b> –fibras desgastadas (alto desgaste)	<b>GPU</b> –as balizas não estão na vertical <b>GPD</b> –trave danificada
<b>Defeitos – preenchimento</b> <b>IH</b> –excesso (alto) de preenchimento <b>IL</b> –falta de (baixo) preenchimento	<b>Bandeiras de canto</b> <b>UFC</b> –bandeiras de canto não estão na vertical <b>CFD</b> –bandeiras de canto danificadas <b>PCP</b> –bandeiras de escanteio posicionadas incorretamente
<b>Defeitos – marcação de linha</b> <b>LMS</b> –linhas não retas <b>LML</b> –material de linha solto <b>LMW</b> –marcações de linha na posição errada	
<b>Defeitos – outros</b> <b>DD</b> –detritos na superfície <b>DW</b> –rugos <b>FAZER</b> –outro	
<b>Drenos perimetrais</b> <b>APO</b> –dreno perimetral quebrado <b>PDM</b> –tampas de drenagem de perímetro ausentes	



21. DETERMINAÇÃO DA ATRITO E ABRASÃO DA PELE E DA SUPERFÍCIE (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-10)

21.1 Escopo

O método de teste para o atrito e abrasão da pele e da superfície em um gramado de futebol envolve um pé de teste rotativo com uma película de silicone que se move em um movimento circular sobre um corpo de prova. O coeficiente de atrito entre a película de silicone e o corpo de prova é determinado por meio desse movimento. A abrasão da película de silicone ocorre durante esse movimento circular na superfície. A abrasão da pele é quantificada comparando-se a força necessária para puxar o pé de teste com a borracha de silicone sobre uma placa metálica antes e depois do condicionamento na superfície, indicando quaisquer alterações no atrito e no desgaste.

21.2 Aparelho de teste

- O aparelho de teste compreende o seguinte: a. Um testador de superfícies esportivas Securisport®
- b. Um pé de teste conforme detalhado em Figura 26: desenho do pé de teste
- c. Código do artigo de pele de silicone nº 13110952, espessura de 1 mm, fornecido pela Silicone Engineering Ltd. Greenbank Business Park, Blakewater Road, Blackburn, Lancashire, Reino Unido
- d. Um nível de bolha/bolha
- e. Uma placa de teste de aço polido (0,2µm <Ra <0,4µm)

21.3 Condicionamento de amostras por remoção do excesso de óleo de centrifugação

21.3.1 Aparelhos

Um chuveiro com temperatura da água de 40±5°C

Um forno ventilado em conformidade com a norma ISO 188

21.3.2 Procedimento

Corte o tamanho da amostra necessária para o teste.

A amostra é enxaguada no chuveiro por cinco minutos para uma amostra de 50x50cm.

Se o tamanho da amostra for maior, o tempo de enxágue precisará ser ajustado adequadamente, então, por exemplo, uma amostra de 1x1m requer 20 minutos.

Durante a ação de enxágue, o chuveiro é movido de forma a distribuir a água uniformemente sobre a amostra.

Após a lavagem, a amostra precisa secar por no mínimo 24 horas, até que uma massa constante seja alcançada. Uma massa constante é definida como a massa atingida quando pesagens sucessivas em intervalos de uma hora ao longo de um período de três horas não variam mais de 1% (definição: ISO 8543).

OBS: O período de secagem pode ser reduzido secando em estufa ventilada a uma temperatura máxima de 50°C.

21.4 Procedimento de teste

21.4.1 Preparação da pele com silicone

Corte três películas de silicone do rolo com dimensões de 150 x 80 mm (± 1 mm) usando uma lâmina afiada (um cortador é adequado), tomando cuidado para manter a superfície que entrará em contato com o produto voltada para cima. Mais precisamente, a superfície lisa da película de silicone é a face de teste e deverá ser mantida voltada para cima, enquanto o lado ranhurado deverá ser fixado ao suporte de teste e poderá estar em contato com a superfície onde a película de silicone será cortada.

Figura 18: rolo de pele de silicone com o lado liso voltado para cima



Figura 19: medição e corte das películas de silicone



Figura 20:peles de silicone cortadas e prontas para serem limpas



21.4.2 Limpeza de pele

A limpeza da pele é uma das etapas mais importantes da fase de testes e deve ser feita corretamente, conforme descrito abaixo.

Após o corte das peles, elas devem ser manuseadas com luvas de nitrila sem poeira. Pegue um recipiente de plástico (de preferência) e encha-o com água desmineralizada.

Figura 21: recipiente com água desmineralizada



**Figura 22:** pele de silicone manuseada com luvas de nitrila sem poeira



**Figura 23:**peles imersas em água com a superfície lisa voltada para cima



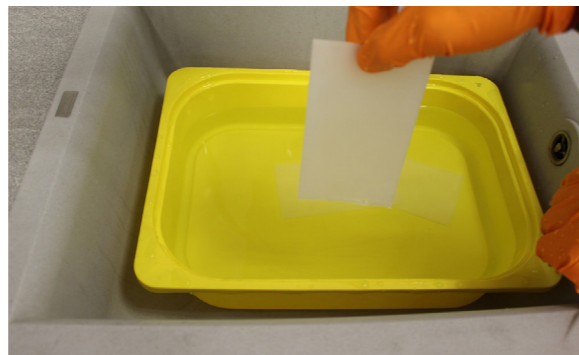
Pegue cada uma das cascas e, esfregando a superfície lisa, remova todo o talco presente no processo de produção, mantendo a casca imersa em água.

**Figura 24:** limpeza das películas de silicone



Depois de todas as peles estarem limpas, retire-as da água e pendure-as com grampos, deixando-as secar ao ar durante 24 horas a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

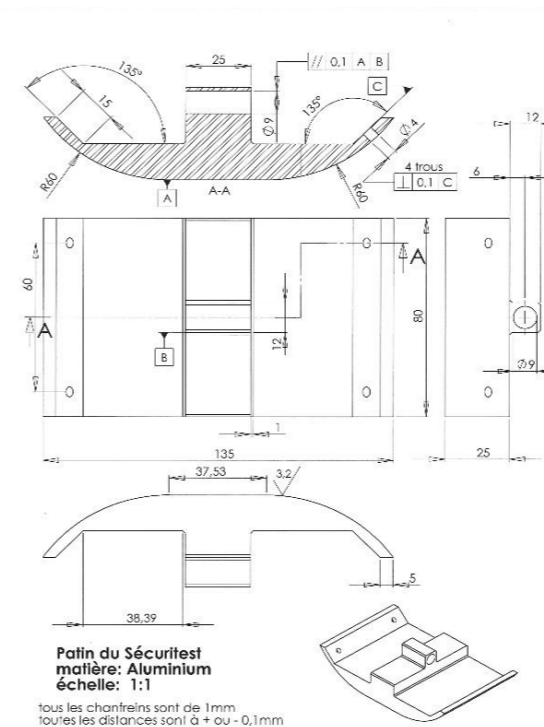
**Figura 25:** secando as peles



### 21.4.3 Preparação do pé de teste

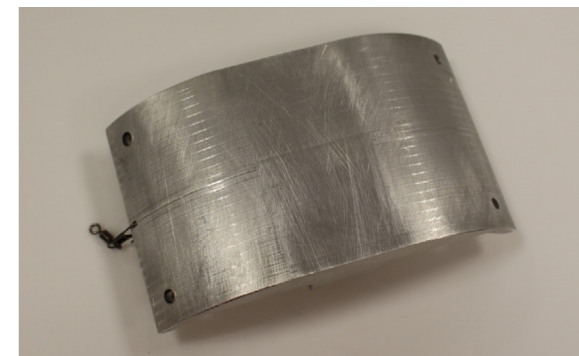
Após a secagem das películas, elas devem ser montadas no suporte de teste. O suporte de teste deve ser de alumínio e estar em total conformidade com o desenho técnico abaixo.

**Figura 26:** desenho do pé de teste



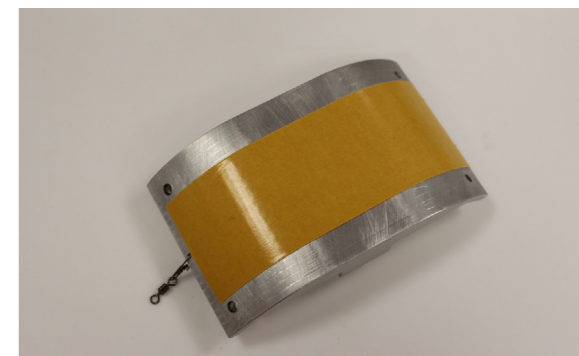
Pegue o pé de teste e limpe-o com acetona para remover qualquer resíduo onde a pele terá que ser colocada.

**Figura 27:** um teste de pé



Aplique fita dupla face no pé de teste, conforme mostrado na imagem abaixo.

**Figura 28:** teste o pé com fita dupla face



Deixe alguns espaços nas bordas para garantir que a cola da fita dupla face não toque na superfície do carpete e gere leituras imprecisas.

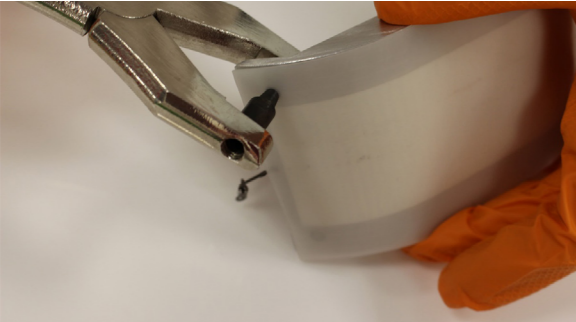
Remova a proteção e aplique cuidadosamente a pele, usando luvas o tempo todo e garantindo que a superfície de teste não seja tocada em nenhum momento.

Figura 29: teste do pé com pele de silicone colada



Faça furos na pele de silicone para aplicar os parafusos de fixação usando um cortador ou uma ferramenta adequada.

Figura 30: perfuração



Insira os parafusos para fixar a pele.

Figura 31: pé de teste pronto para teste



21.4.4 Configuração

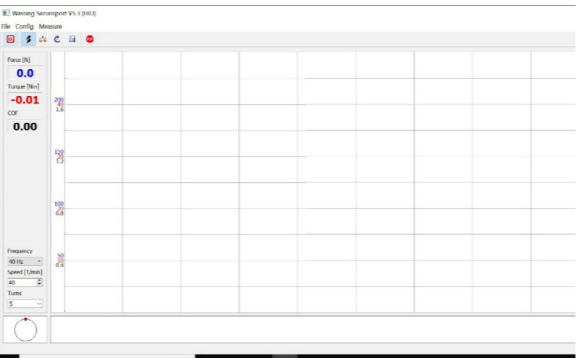
Posicione o Securisport® Sport Surface Tester sobre o espécime de teste e ajuste-o para nivelá-lo em todas as direções.

Figura 32: nivelado por máquina



Verifique se os parâmetros da máquina foram redefinidos.

Figura 33: Securisport® definido como zero antes do teste



Fixe o primeiro dos três pés de teste à máquina. O sentido de rotação deve corresponder ao sentido de tração da pele durante a medição da força de deslizamento.

Aplique, por meio do cilindro, uma força vertical no pé de teste de 100±10N.

Figura 34: aplicando pressão para obter 100±10N



Figura 35: teste o pé na posição com a carga aplicada



Inicie a rotação do pé de teste. Deixe-o dar cinco voltas completas a uma velocidade de 40 ± 1 rpm, amostrando a uma frequência mínima de 40 Hz.

Ignorando qualquer valor de pico que ocorra quando o pé de teste começa a girar, calcule o valor médio do coeficiente de atrito conforme exibido no software Securisport®.

Repita o mesmo procedimento em mais duas amostras de pele de silicone para um total de três amostras, substituindo qualquer preenchimento entre os testes.

21.5 Cálculo e expressão de resultados

Calcule o valor médio do coeficiente de atrito.

Relate o resultado médio para o 0,01 CoF (μ) mais próximo.



# PRODUTO IDENTIFICAÇÃO E ARTIFICIAL TEMPERATURA

## 22. PROCEDIMENTO PARA IMPÉRIO ARTIFICIAL (MÉTODO DE TESTE DA FIFA 2024-11)

### 22.1 Escopo

O método de teste para intemperismo artificial em fios de grama sintética ou materiais de enchimento polimérico envolve a submissão de amostras de fios de pelo e materiais de enchimento polimérico a condições ambientais controladas e lâmpadas fluorescentes UVA, com o objetivo de simular os efeitos do intemperismo UV nesses materiais. Alterações na cor, aparência e propriedades físicas selecionadas são avaliadas para determinar o impacto do intemperismo UV artificial nos fios e no enchimento utilizados no sistema de grama sintética.

### 22.2 Aparelho de teste

Um gabinete de intemperismo artificial usando lâmpadas UV fluorescentes e controles ambientais com os recursos listados abaixo.

- Lâmpadas UVA-340 nm (Tipo 1A), de acordo com a norma EN ISO 4892-3:2016 e com espectro de acordo com a norma EN ISO 4892-3:2006 e capazes de aplicar radiação uniformemente ao corpo de prova com uma irradiância de 0,80 W/m<sup>2</sup>/nm a 340 nm.
- Uma câmara de exposição, construída com material inerte e que forneça irradiância uniforme de acordo com o item a) e que inclua um meio de controlar e medir os parâmetros relevantes.

- Um mecanismo de molhagem, seja por condensação ou pulverização de água, para molhar a face exposta da amostra, de acordo com a norma EN ISO 4892-3:2006.

- Um aparelho projetado para umedecer as faces expostas dos espécimes por meio de um mecanismo de condensação de umidade. O vapor d'água deve ser gerado pelo aquecimento de água em um recipiente localizado abaixo e que se estende por toda a área ocupada pelos espécimes. Os suportes para espécimes (preenchidos com os espécimes) devem constituir a parede lateral da câmara de exposição, de modo que as costas dos espécimes fiquem expostas ao efeito de resfriamento do ar ambiente. Se a umedecimento for realizado por pulverização dos espécimes, a água deve estar em conformidade com a norma EN ISO 4892-3:2006.

- Um radiômetro, em conformidade com a norma EN ISO 4892-1:2000, 5.1.7, para monitorar a irradiância e a exposição radiante.

- Um termômetro de painel preto, em conformidade com EN ISO 4892-1:2000.

- Suportes para amostras feitos de materiais inertes que não afetarão os resultados da exposição.

### 22.3 Condições de exposição

O ciclo de exposição deve compreender 240±4 minutos de exposição UV seca a uma temperatura padrão preta de 55±3°C, seguido por 120±2 minutos de exposição à condensação, começando assim que o equilíbrio for atingido, sem radiação, a uma temperatura padrão preta de 45±3°C.

### 22.4 Corpos de prova

Para produtos com o mesmo traço de calorímetro diferencial de varredura (não mais que ±3 °C de diferença entre os picos), a mesma porcentagem de estabilizador UV e o mesmo formato de seção transversal com diferentes espessuras de fio, apenas o produto mais fino precisa ser testado. Os resultados deste teste podem ser aplicados a toda a gama de produtos mais espessos.

### 22.5 Procedimento de teste

Enrole, sem tensão, uma amostra do fio ao redor dos suportes de amostra, de modo que os fios expostos não se sobreponham, e monte-os na cabine de teste, com a superfície plana voltada para as lâmpadas. Preencha os espaços vazios com painéis vazios para garantir condições de exposição uniformes.

Exponha a amostra, medindo a irradiância e a exposição radiante na superfície da amostra. O ciclo de exposição deve compreender 240 ± 4 minutos de exposição UV seca a uma temperatura de painel preto de 55 ± 3 °C, seguido por 120 ± 2 minutos de exposição por condensação, sem radiação, a uma temperatura de painel preto de 45 ± 3 °C. Se a molhagem da amostra for por condensação, aguarde pelo menos 120 minutos por intervalo para garantir a existência de um estado de equilíbrio. Este tempo não faz parte do ciclo de exposição. Após uma exposição de 9.600 ± 125 kJ/m<sup>2</sup>/340nm, remova cuidadosamente a amostra

do gabinete de exposição e teste conforme exigido pela especificação do produto.

NB: Uma exposição de 9.600±125kJ/m²/340 nm exigirá aproximadamente 5.000 horas de ciclo para completar o ciclo de umidade.

22.6 Avaliação de corpos de prova

22.6.1 Fio(s) de pelo

Avalie a mudança de cor da amostra de teste exposta quando comparada a uma amostra de teste não exposta usando a escala de cinza de acordo com a norma EN ISO 20105-A02.

Determine a força máxima de ruptura do(s) fio(s) exposto(s) de acordo com a norma EN 13864 (comprimento mínimo de calibração de 100 mm) e calcule a variação percentual na força máxima de ruptura (em newtons) em comparação ao fio não exposto.

22.6.2 Materiais de enchimento poliméricos (borrachas, termoplásticos, etc.)

Avalie a mudança de cor do corpo de prova exposto (mínimo 38 cm²) quando comparado a uma amostra de teste não exposta usando a escala de cinza de acordo com EN ISO 20105-A02.

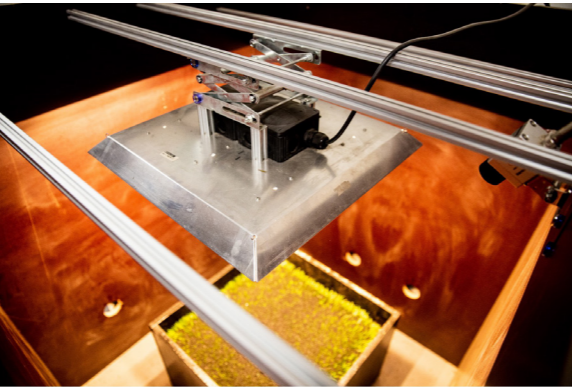
Fotografe amostras de preenchimentos poliméricos expostos e não expostos para mostrar quaisquer efeitos visuais do intemperismo artificial.

OBS: Preenchimentos orgânicos ou partes orgânicas de preenchimentos mistos não precisam ser expostos ao intemperismo artificial.

23. DETERMINAÇÃO DA RETENÇÃO DE CALOR EM PRODUTOS DE GRAMADO DE FUTEBOL (MÉTODO DE TESTE DA FIFA 2024-12)

23.1 Escopo

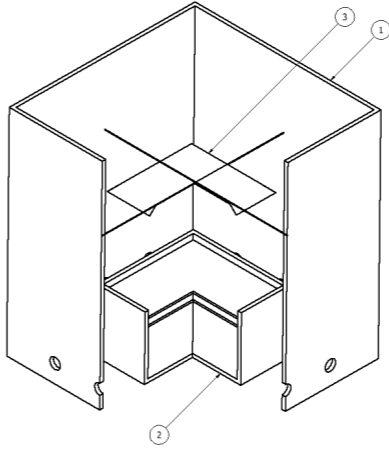
O método de teste para retenção de calor em produtos de grama sintética para futebol envolve a medição e avaliação das propriedades de retenção de temperatura da superfície sob condições específicas. A temperatura da superfície é registrada e analisada para avaliar sua capacidade de reter calor. Este teste ajuda a determinar as características térmicas dos produtos de grama sintética para futebol e fornece informações sobre seu desempenho térmico durante o uso.



23.2 Aparelho de teste

Os principais componentes do aparelho de temperatura de superfície são apresentados abaixo na Figura 36: esquema em corte do aparelho para medição de calor (aumento de temperatura), juntamente com uma lista dos principais componentes.

Figura 36: esquema seccional de aparelho para medição de calor (aumento de temperatura)



23.2.1 Gabinete do aparelho marcado como “1” na Figura 36: esquema em corte do aparelho para medição de calor (aumento de temperatura) acima

O aparelho consiste em uma caixa externa com as seguintes dimensões internas: comprimento: 1.000 mm, largura: 1.000 mm e altura: 1.200 mm, construída em material à base de madeira sem pintura, com espessura de 15 mm. Todas as dimensões internas têm uma tolerância de ± 10 mm.

Três furos com diâmetro de 60 ± 5 mm devem ser cortados em cada face do gabinete a uma altura de 250 ± 5 mm da sua base. Os furos devem ser posicionados a 250 ± 5 mm de cada lado do centro do painel do gabinete.

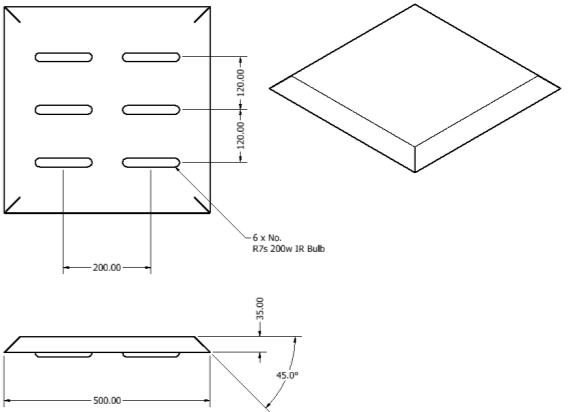
23.2.2 Recipiente de amostra marcado com “2” na Figura 36: esquema em corte do aparelho para medição de calor (aumento de temperatura)

O recipiente para amostras possui as seguintes dimensões internas: comprimento: 500 mm, largura: 500 mm e altura: 350 mm, sendo construído em material à base de madeira, sem pintura, com espessura de 15 mm. Todas as dimensões têm uma tolerância de ± 5 mm.

23.2.3 Lâmpada infravermelha e refletor conforme marcado com “3” na Figura 36: esquema em corte do aparelho para medição de calor (aumento de temperatura)

Um refletor de perfil quadrado com as dimensões mostradas abaixo na Figura 37: arranjo de lâmpada e refletor, em que todas as dimensões estão em milímetros.

Figura 37: arranjo de lâmpada e refletor



Seis lâmpadas são montadas nas posições mostradas acima na Figura 37: arranjo de lâmpada e refletor. Cada lâmpada deve ter uma potência nominal de 200 W e ser de vidro transparente. Todas as lâmpadas devem ser substituídas após um máximo de 150 horas de operação.

23.2.4 Pirômetro infravermelho

Um pirômetro infravermelho ou equipamento similar, como uma câmera infravermelha, que atenda às seguintes especificações:

a. Faixa de temperatura mínima: 0-100°C

b. Precisão: ±5°C ou 3% (o que for maior)

c. Resolução: 0,1°C

d. Tempo de resposta: 1s

e. Resposta espectral: 8-14um

f. Valor de emissividade: 95%

23.2.5 Termopar

Um termopar que atende às seguintes especificações:

a. Faixa de temperatura mínima: 0-100°C

b. Sensibilidade: 0,1°C

c. Tipo: tipo K

d. Resolução: 0,1°C

23.2.6 Luxímetro

Um luxímetro com as seguintes especificações ou superiores:

a. Faixa mínima de medição: 0-1.000 lx

b. Resolução: 1lx

c. Precisão: classe C de acordo com DIN 5032-7

23.3 Preparação da amostra

Condicione todo o material da amostra por 24 horas a 23 ± 2 °C antes do teste. Para requisitos específicos relacionados a amostras contendo material de enchimento orgânico, consulte Seção 23.3.3: Material de enchimento orgânico.

23.3.1 Preparação da sub-base de pedra

Uma sub-base com as seguintes propriedades deve ser construída dentro do contêiner de amostra:

Teor de umidade de 0% por secagem em estufa da base de pedra

Tamanho de partícula de 0/40 mm quando testado de acordo com EN 933-1

Espessura da camada de 250±5mm (aproximadamente 100kg de agregado)

A pedra deve ser compactada manualmente usando um compactador de 10 kg para produzir uma densidade >90% calculada a partir da massa do material e do volume medido

Nivele com 2 kg de areia seca em forno de 0,4-0,8 mm

23.3.2 Preparação da amostra de teste

Uma amostra de 500x500 mm do gramado a ser testado deve ser colocada diretamente sobre o material de base de pedra nivelado dentro do recipiente de amostra.

O termopar tipo K deve ser fixado com fita adesiva no centro do suporte do carpete em ambas as amostras, com e sem amortecedores.

O preenchimento deve ser distribuído uniformemente na amostra de carpete, de acordo com as especificações do fabricante. Se a amostra exigir uma almofada de impacto, esta deve ser colocada no recipiente de amostra sobre a base de pedra preparada antes da amostra de carpete.

23.3.3 Material de enchimento orgânico

O material de preenchimento orgânico deve ser preparado e condicionado nas seguintes etapas:

O preenchimento orgânico deve ser seco em estufa até um teor de umidade de 0%.

O enchimento seco deve ser colocado em um saco à prova de umidade ou outro recipiente hermético apropriado, e água deve ser adicionada por meio de spray para atingir o teor de umidade especificado pelo fornecedor.

O enchimento úmido deve ser selado e condicionado dentro de seu recipiente por um período de 24 horas a 23±2°C.

A amostra de carpete deve ser preenchida imediatamente antes do teste para evitar perda de umidade no preenchimento.

23.4 Procedimento de teste

O teste deve ser realizado em temperatura ambiente de laboratório de 23±2°C.

Deve-se tomar cuidado para não realizar testes próximos a fontes de fluxo de ar turbulento, como portas, unidades de ar condicionado, máquinas pesadas ou janelas.

O recipiente da amostra é colocado no centro do gabinete de teste.

O refletor infravermelho deve ser posicionado centralmente a uma altura de 675 mm acima do preenchimento do corpo de prova. A lâmpada deve ser posicionada de forma a evitar a redução significativa do fluxo de ar da parte superior do corpo de prova, por exemplo, utilizando fio de aço.

A medição das temperaturas do ar ambiente, da superfície da amostra e do suporte do carpete, além da umidade relativa, deve ser registrada nos períodos de tempo estabelecidos na tabela.

Fase	Tempo decorrido (min)				
1	0	5	10	15	20
2	30	40	50	60	
3	75	90	105	120	135
	150	165	180		

Três medições de temperatura da superfície são registradas em cada período, obtidas a partir da porção central da superfície da amostra, utilizando o pirômetro infravermelho. O pirômetro infravermelho deve ser mantido a 500 ± 10 mm acima da superfície da amostra durante as medições.

Uma medição da saída de lux da lâmpada deve ser registrada após um período de 180 minutos. O sensor do luxímetro deve ser posicionado no centro da superfície da amostra e a medição deve ser registrada. Quando a intensidade da luz incidente sobre a superfície cair abaixo de um nível aceitável, todas as lâmpadas devem ser substituídas e quaisquer dados registrados devem ser descartados.

23.5 Expressão dos resultados

23.5.1 Relatórios

O relatório do teste deve incluir as seguintes informações:

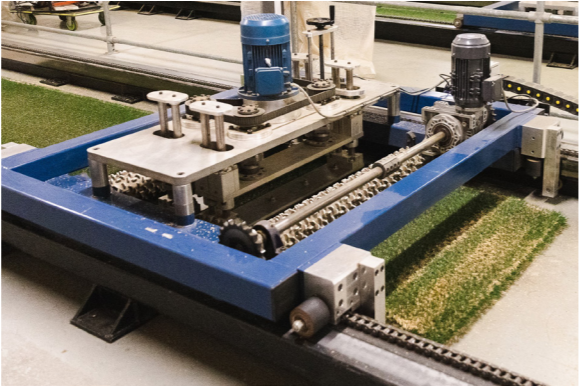
- Temperatura máxima de superfície atingida e categorização relevante

- Todas as medições de temperatura da superfície da amostra, do forro do carpete e do ar ambiente, além da umidade relativa, em formatos gráficos e tabulados

- Medição final de lux após 180 minutos de tempo decorrido

23.5.2 Categorização

Categoria	Temperatura intervalo (°C)
1	<50
1-2	50-54
2	55-59
2-3	60-65
3	> 65



24. PROCEDIMENTO PARA SIMULAÇÃO DE DESGASTE MECÂNICO EM RELVA ARTIFICIAL - LISPORT XL (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-13)

24.1 Escopo

O Lisport XL possui um carrinho que se move para frente e para trás sobre um corpo de prova de grama sintética para futebol. Ele consiste em duas placas giratórias e dois rolos com pinos montados no carrinho. O principal objetivo do Lisport XL é simular o desgaste mecânico e a compactação do enchimento que ocorrem em superfícies de grama sintética para jogos durante o uso real. A máquina serve para garantir que os sistemas testados possam manter suas propriedades de superfície ao longo do tempo.

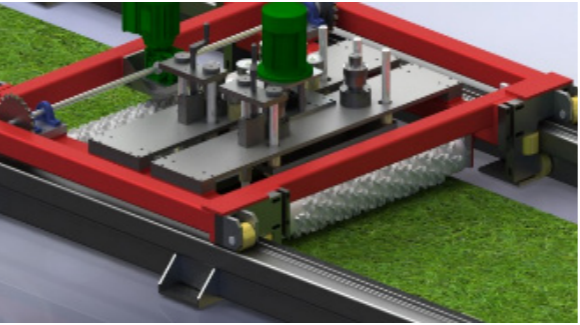
É importante ressaltar que o teste Lisport XL não oferece uma garantia específica quanto ao número de anos de uso. Em vez disso, ele avalia com precisão se o sistema completo, incluindo o preenchimento e/ou as almofadas de choque, consegue manter suas propriedades de superfície e atender aos requisitos de desempenho descritos no Manual de Testes do Programa de Qualidade da FIFA para Gramados de Futebol: Requisitos de Teste durante o uso prático. Além disso, a durabilidade de um sistema aprovado pela FIFA depende fortemente da manutenção, que é um fator crucial.

O número de ciclos do Lisport XL (6.000 ciclos) mencionado no Manual de Testes: Requisitos de Teste do Programa de Qualidade da FIFA para Gramados de Futebol representa o resultado de anos de desenvolvimento. Esses ciclos são considerados adequados para avaliar o comportamento do sistema durante a prática do futebol, levando em consideração o desgaste a que está sujeito.

24.2 Aparelho de teste

O Lisport XL deve ser composto por um carrinho (ou outro meio) no qual são montadas duas placas giratórias nos planos x e y, e dois rolos de lâmina que devem ser arrastados pelo carrinho e não motorizados. O carrinho percorre o corpo de prova a uma velocidade de 0,15 ± 0,01 m/s.

Figura 38: Máquina Lisport XL



24.2.1 Pratos giratórios

Cada placa rotativa deve ter um grau mecânico de liberdade de movimento

Texas

Ty

Yz

0

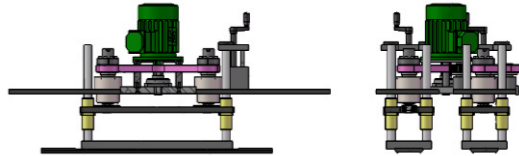
Rz

e as seguintes características:

- a. As placas rotativas devem ser verticalmente independentes umas das outras (ver Figura 38: Máquina Lisport XL) e espaçadas (centros de cada placa) de 250 a 350 mm (essa grande amplitude se deve ao movimento de 40 mm entre as duas placas e à tolerância de 60 mm para a concepção). Cada placa rotativa deve ser equipada com uma peça retangular de borracha de 89 x 900 ± 1 mm (x, y) e ter um movimento de translação circular baseado em um raio de 10,0 mm ± 0,25 mm, com uma velocidade de rotação de 540 ± 10 rpm, girando na mesma direção, mas 180° fora de fase.

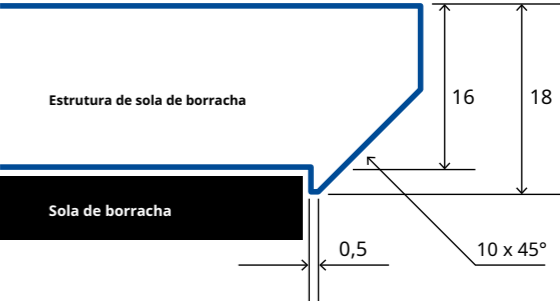
- b. As placas giratórias devem ser projetadas para garantir que uma pressão constante de 30±1g/cm² seja aplicada sobre todo o corpo de prova. Para garantir isso, as duas placas giratórias devem:
  - ser projetado com um grau de liberdade (eixo Z);
  - ser independentes entre si, de modo que qualquer movimento vertical de uma placa não influencie o movimento vertical da outra placa; e
  - ter liberdade para se mover verticalmente até 10 mm acima do nível do corpo de prova.

Figura 39: configuração da máquina



Para evitar danos gerados pela estrutura metálica que sustenta a sola de borracha, deve ser fixado um chanfro de 45°x10mm na borda da estrutura (ver Figura 39: configuração da máquina).

Figura 40: configuração da sola de borracha



24.2.2 Teste de sola de borracha

A superfície de desgaste de cada placa vibratória deve ser Autosoler 6 mm, Perfil 26 Crepe Fino, fornecido pela nora systems GmbH; 2-4 Höhnerweg, 69469 Weinheim, Alemanha, [www.nora-shoe.com](http://www.nora-shoe.com). A sola de teste deve ter dureza Shore de 93 ± 2.

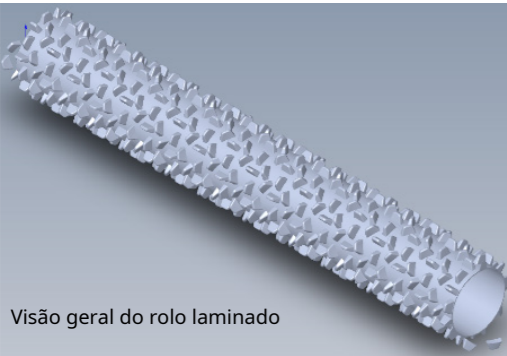
24.2.3 Rolo laminado

Cada rolo laminado deve ser composto por um cilindro metálico medindo 955 ± 10 mm de comprimento e 120 ± 1 mm de diâmetro, equipado com um perfil moldado em poliamida (PA 12) com pinos/lâminas, conforme mostrado na Figura 41: rolo laminado. O peso total de cada rolo deve ser de 95 ± 5 kg.

OBS: Na prática, recomenda-se que a luva seja fabricada em dois semicilindros que posteriormente são parafusados no rolo metálico.

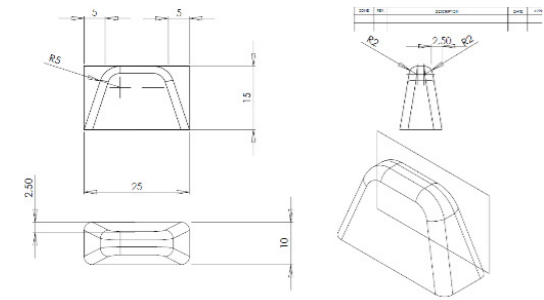
Todas as dimensões têm uma tolerância de ±5%.

Figura 41: rolo laminado



Visão geral do rolo laminado

Detalhe da lâmina (todas as dimensões estão em milímetros)



Observação: Um arquivo digital 3D adequado para a fabricação da capa protetora pode ser solicitado à FIFA pelo e-mail [FootballTurf@fifa.org](mailto:FootballTurf@fifa.org). Recomenda-se o uso de um método profissional de impressão 3D para a fabricação.

Os rolos devem ser instalados adjacentes às placas vibratórias dentro do carrinho. Eles devem ser projetados para rolar apenas na direção do eixo Z, de modo a garantir que todo o peso do rolo seja aplicado à superfície. A distância entre o eixo de cada rolo e o centro de cada placa vibratória mais próxima deve ser de 200 a 300 mm.

O projeto da máquina deve garantir a rotação irrestrita do rolo guia no final do percurso do corpo de prova para garantir que os pinos não impactem repetidamente a mesma posição na amostra.

OBS: As placas vibratórias devem permanecer em contato com o corpo de prova ao final de cada percurso.

24.3 Procedimento de teste

24.3.1 Amostra de teste

O corpo de prova deve ser fixado ao chão para garantir que não haja movimento durante a simulação de desgaste.

Observação: Para minimizar o desgaste heterogêneo da amostra, recomenda-se que ela seja colocada sobre um piso com um desvio máximo de 2,0 mm sob uma régua de 3,0 m. Fita dupla face, flanges, etc. podem ser usados para esse fim. É necessário vedar os furos de perfuração antes do preenchimento da amostra para evitar deslizamentos entre o piso e o suporte, geralmente devido à areia.

O corpo de prova do sistema de gramado sintético para futebol deve ser conforme especificado pelo fabricante. Deve incluir o desempenho especificado e o enchimento estabilizador e, quando aplicável, qualquer amortecedor ou camada elástica.

As dimensões do corpo de prova devem garantir uma área uniformemente condicionada de pelo menos 2,5x0,9m para permitir que as medições de desempenho necessárias sejam feitas.

24.3.2 Base de teste

O corpo de prova deve ser colocado sobre um piso de concreto plano, liso, rígido e sólido, com espessura mínima de 100 mm e rigidez mínima de 40 MPa quando medido de acordo com a norma EN 12504-2, parte 2.

24.3.3 Preparação do corpo de prova Verifique a condição dos rolos cravejados quanto a sinais de desgaste. Se forem observados danos significativos ou rebarbas no perfil do pino, ou se a altura de pelo menos dez pinos for de 14 mm ou menos, substitua a luva do pino.

Substitua a sola de borracha por uma nova antes de cada nova amostra.

24.3.4 Preparação de corpos de prova e pré-testes

No Lisport XL, construa o corpo de prova estritamente de acordo com as especificações do fabricante, EN 12229 e as instruções no Apêndice I.

A menos que o preenchimento de desempenho seja projetado para ter um teor de umidade específico (por exemplo, um preenchimento orgânico), todos os testes de avaliação de produtos da FIFA devem ser realizados em um corpo de prova seco. Consolide o preenchimento com cinco ciclos de condicionamento (um ciclo compreende uma passagem para cima e para baixo no corpo de prova) e realize os testes de desempenho iniciais. Verifique se os resultados do teste de desempenho inicial correspondem aos valores normalmente associados ao sistema a ser testado.

OBS:

- Todos os outros testes de desempenho da FIFA devem ser conduzidos em amostras de teste separadas para eliminar os efeitos de umedecimento das amostras de teste.
- Se um fabricante exigir que testes úmidos ou molhados sejam realizados, isso deve ser observado no relatório de teste, e os resultados não devem ser usados em nenhum relatório de teste oficial da FIFA.
- Todos os testes de desempenho devem ser realizados a pelo menos 250 mm da borda da amostra.

24.3.5 Procedimento de condicionamento

Realize 500 ciclos de condicionamento contínuo e interrompa o processo. Mantenha o corpo de prova em funcionamento seguindo o procedimento descrito no Apêndice I.

Repita em intervalos contínuos de 500 ciclos até que o número especificado de ciclos seja concluído. Execute um procedimento de manutenção final (reintroduza o enchimento e certifique-se de que esteja uniformemente distribuído) e execute o Lisport XL por mais cinco ciclos, seguindo o procedimento descrito no Apêndice I. Realize os testes de desempenho sem qualquer manutenção adicional no corpo de prova.

Para **FIFA Quality** Protestes de avaliação de produtos, realizam um total de 6.000 ciclos da seguinte forma:

- Cinco ciclos de consolidação antes dos testes de desempenho iniciais
- Para ser condicionado em intervalos de 500 ciclos
- Reabasteça qualquer enchimento desalojado de acordo com [23.3.7: Substituição de preenchimento de desempenho](#)
- Cinco ciclos após a manutenção da superfície após os 500 ciclos finais e antes dos testes de desempenho

- A superfície deve ser mantida suficientemente com um ancinho duro para descompactar a preenchimento de desempenho (conforme descrito no Apêndice I)

Para**Qualidade FIFA**testes de avaliação de produtos, realizam um total de 6.000 ciclos da seguinte forma:

- Cinco ciclos de consolidação antes dos testes de desempenho iniciais
- Para ser condicionado em intervalos de 500 ciclos
- Reabasteça qualquer enchimento desalojado de acordo com Seção 24.3.7: Substituição de preenchimento de desempenho
- Cinco ciclos após a manutenção da superfície após os 500 ciclos finais e antes dos testes de desempenho
- A superfície deve ser mantida suficientemente com um ancinho duro para descompactar a preenchimento de desempenho (conforme descrito no Apêndice I)

24.3.6 Procedimento de condicionamento para materiais de enchimento vegetal

Realize 250 ciclos de condicionamento contínuo e interrompa o processo. Mantenha o corpo de prova em funcionamento seguindo o procedimento descrito no Apêndice I.

Repita em intervalos contínuos de 250 ciclos até que o número especificado de ciclos seja concluído. Execute um procedimento de manutenção final (reintroduza o enchimento e certifique-se de que esteja uniformemente distribuído) e execute o Lisport XL por mais cinco ciclos, seguindo o procedimento descrito no Apêndice I. Realize os testes de desempenho sem qualquer manutenção adicional no corpo de prova.

Para**FIFA Quality Pro**testes de avaliação de produtos, realizam um total de 6.000 ciclos da seguinte forma:

- Cinco ciclos de consolidação antes dos testes de desempenho iniciais
- Para ser condicionado em intervalos de 250 ciclos
- Reabasteça qualquer enchimento desalojado de acordo com Seção 24.3.7: Substituição de preenchimento de desempenho . Novo preenchimento pode ser adicionado para compensar a quebra/ perda de material de preenchimento vegetal
- Cinco ciclos após a manutenção da superfície após os 250 ciclos finais e antes dos testes de desempenho
- A superfície deve ser mantida suficientemente com um ancinho duro para descompactar a preenchimento de desempenho (conforme descrito no Apêndice I)
- O nível de humidade do material de enchimento vegetal deve ser mantido de acordo com a especificações do fabricante

Para**Qualidade FIFA**testes de avaliação de produtos, realizam um total de 6.000 ciclos da seguinte forma:

- Cinco ciclos de consolidação antes dos testes de desempenho iniciais
- Para ser condicionado em intervalos de 250 ciclos
- Reabasteça qualquer enchimento desalojado de acordo com Seção 24.3.7: Substituição de preenchimento de desempenho . Novo preenchimento pode ser adicionado para compensar a quebra/ perda de material de preenchimento vegetal
- Cinco ciclos após a manutenção da superfície após os 250 ciclos finais e antes dos testes de desempenho
- A superfície deve ser mantida suficientemente com um ancinho duro para descompactar a preenchimento de desempenho (conforme descrito no Apêndice I)

- O nível de humidade do material de enchimento vegetal deve ser mantido de acordo com a especificações do fabricante

24.3.7 Substituição de preenchimento de desempenho

Usando um aspirador de pó, colete qualquer material de preenchimento que tenha sido desalojado da amostra de teste (ver Figura 42: exemplos de dispersão e coleta de preenchimento e Figura 43: exemplos de coleta de preenchimento). Reabasteça a amostra de teste com o material que tenha sido desalojado da amostra de teste.

Figura 42: exemplos de dispersão de preenchimento e coleta de preenchimento

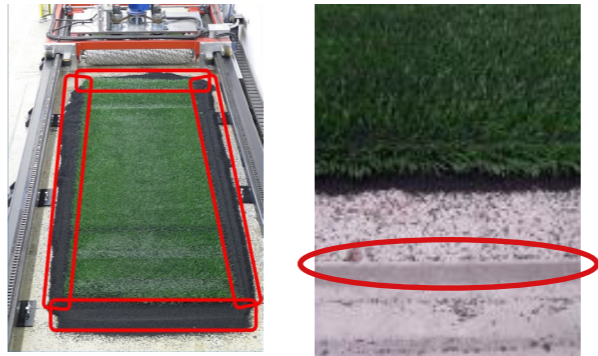


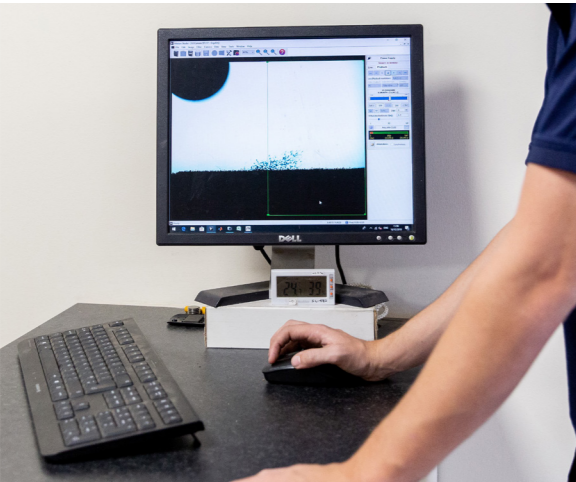
Figura 43: exemplos de coleta de preenchimento



Redistribua cuidadosamente o material de preenchimento coletado sobre a área condicionada; garanta uma distribuição homogênea usando um dispositivo de aplicação apropriado, conforme mostrado abaixo na Figura 44: redistribuição do preenchimento disperso.

Figura 44: redistribuição do preenchimento disperso





25. DETERMINAÇÃO DO RESPINGO DE ENCHIMENTO E DO ÂNGULO DO REBOTE DA BOLA (MÉTODO DE TESTE DA FIFA 2024-14)

25.1 Escopo

O método de teste para respingos de preenchimento e rebote da bola em ângulo em gramados de futebol utiliza uma câmera de alta velocidade para capturar o impacto da bola em uma amostra de teste. As imagens resultantes são analisadas, com o preenchimento aparecendo como pixels pretos sobre um fundo branco. A partir dessas imagens, a densidade do respingo de preenchimento é calculada como uma porcentagem de pixels pretos para brancos, e o rebote da bola em ângulo é determinado medindo a razão entre as velocidades da bola antes e depois do impacto. Este método fornece representação visual e classificações numéricas para avaliar as características de respingos do sistema de gramado, permitindo análises qualitativas e quantitativas dos dados.

25.2 Aparelho de teste

O aparelho de teste compreende o seguinte:

- Um canhão de bolas usado para projetar a bola em um ângulo de  $30 \pm 2^\circ$  em locais de teste a uma velocidade de  $50 \pm 2 \text{ km/h}$ . O canhão não deve transmitir rotação maior que 3 rps, a ser verificada nas imagens da câmera de alta velocidade.

- Uma câmera de alta velocidade capaz de gravar imagens em  $1280 \times 1024 \text{ px}$  a uma taxa mínima de 300Hz. A abertura do sensor da câmera deve ser equipada com uma lente óptica com distância focal de 50mm e abertura mínima de f-stop de f/1.4-f/16.
- Uma fonte de luz uniforme que forneça uma forte luz de fundo branca. O dispositivo deve ser considerado livre de cintilação.
- Uma bola de futebol aprovada pela FIFA com pressão ajustada para garantir um rebote de  $1,45 \pm 0,03 \text{ m}$  no concreto quando lançada de  $2,00 \pm 0,01 \text{ m}$ .
- Um dispositivo de medição de distância capaz de medir com uma precisão de  $\pm 0,01 \text{ m}$  e com capacidade de inclinação de  $\pm 0,1^\circ$ .
- A velocidade da bola ao sair do canhão deve ser medida usando uma câmera de alta velocidade.

25.3 Corpos de prova

Para a realização deste método de ensaio, duas amostras de grama sintética com dimensões mínimas de  $1 \times 1 \text{ m}$  devem ser preparadas e preenchidas de acordo com a norma EN 12229:2014. O corpo de prova deve ser preenchido uniformemente e seguir um procedimento consistente para garantir a repetibilidade dos valores de ensaio. A movimentação da amostra deve ser minimizada para garantir que o corpo de prova preparado não seja perturbado.

Para garantir a homogeneidade da amostra durante o teste, os orifícios de drenagem da amostra devem ser selados antes da adição do material de preenchimento.

25.4 Configuração do aparelho

25.4.1 Posicionamento do equipamento

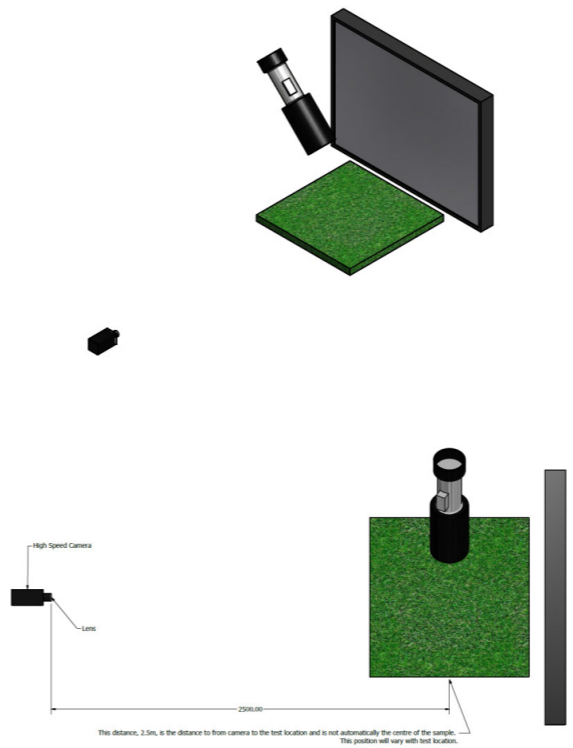
O canhão de bolas deve ser posicionado de forma a garantir que a bola atinja um local específico na amostra de grama em um ângulo de  $30 \pm 2^\circ$ . Os locais são especificados em Seção 25.5.1: Procedimento de teste para um único local.

Uma câmera de alta velocidade deve ser posicionada perpendicularmente à direção em que a bola atinge a superfície. A distância entre o local

a ser testado e a lente da câmera deve ter  $2,5 \pm 0,01 \text{ m}$ . A câmera pode ser movida, se necessário, para garantir que a pluma de preenchimento deslocada resultante seja visível, embora seja importante garantir que a distância e a perpendicularidade especificadas não sejam afetadas.

Uma fonte de luz uniforme opcional é posicionada de frente para a câmera para fornecer uma função de retroiluminação. Isso pode ser necessário em certos tipos de condições de iluminação para garantir uma imagem de alto contraste.

Figura 45: representação pictórica da configuração



A câmera deve ser posicionada com a lente em relação à horizontal em  $5 \pm 1^\circ$  e a altura do solo ajustada de modo que o perfil transversal da amostra fique visível, com a janela de respingos visível tão grande quanto possível.

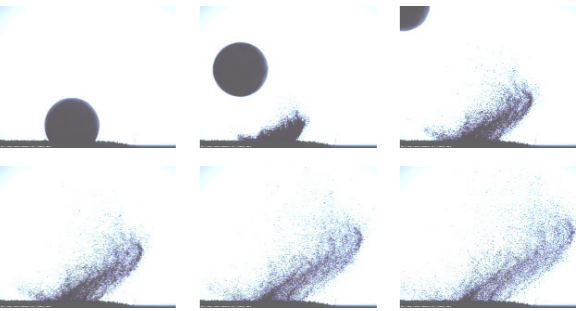
**25.4.2 Calibração da câmera e do ambiente** A câmera deve ser configurada de forma que, na imagem bicolor, toda a imagem utilizável seja branca. O recorte da imagem pode ser usado para remover quaisquer áreas escuras na imagem que não sejam devido a respingos. Nesta fase, o foco da câmera, a exposição e as condições de iluminação ambiente devem ser ajustados para garantir que seja possível detectar um ponto preto de 1 mm de diâmetro na imagem bicolor, mas nada menor que um ponto de 0,5 mm. O ponto deve ser visível da câmera até o centro da amostra onde ocorrerá o impacto e deve ser detectável de todas as posições na imagem durante a calibração.

OBS: Quaisquer pontos escuros visíveis na imagem distorcerão os resultados, produzindo uma porcentagem maior de respingos de preenchimento.

25.5 Procedimento de teste

25.5.1 Procedimento de teste para um único local

Figura 46: imagens gravadas durante o teste de respingos



A bola é projetada na amostra pelo canhão e o impacto na superfície é registrado por uma câmera de alta velocidade. A interação completa a partir do ponto em que a bola atinge a superfície é capturada.

Figura 47: imagem inicial bruta

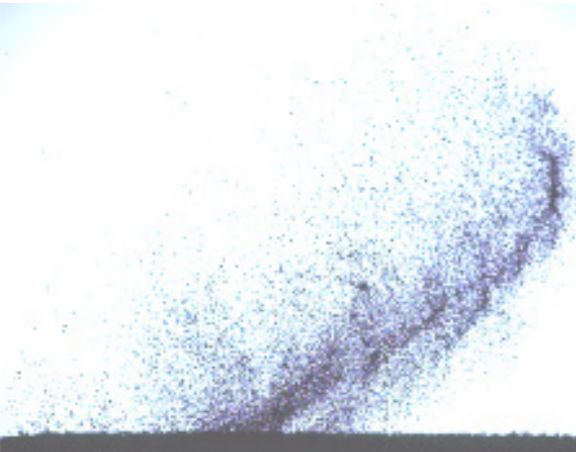
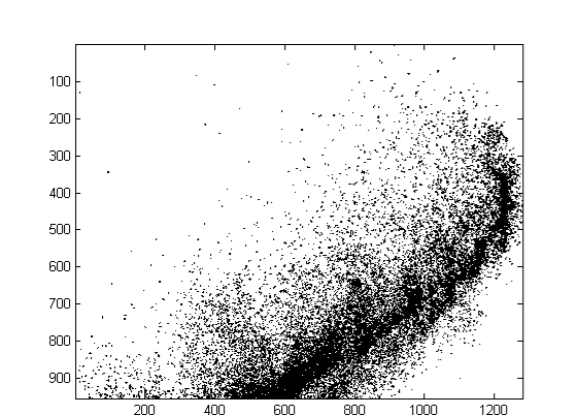


Figura 48: imagem splash de duas cores



Os quadros são então transformados em imagens em preto e branco de duas cores (RGB 000 – modelo de cores vermelho, verde e azul) e recortados para garantir que nenhum fio ou preenchimento não perturbado seja incluído na imagem. A porcentagem de pixels preto-branco na imagem é calculada. A maior "porcentagem de respingos" é então registrada como o resultado do teste.

Observação: O tamanho padrão da imagem para análise é 1280x1024px. A porcentagem de respingos deve ser sempre calculada usando um tamanho de quadro de 1280x1024px, mesmo após o corte. Este método pressupõe que qualquer área cortada será automaticamente um espaço em branco.

25.5.2 Plano de localização do teste de amostra e instruções de teste

Doze pontos de teste são distribuídos em um total de duas amostras de 1x1 m para realizar um teste. O teste deve ser realizado em duas direções na amostra:

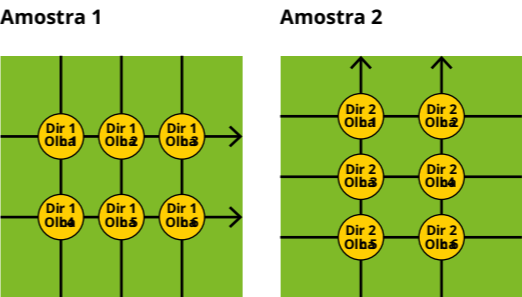
- Direção 1 – paralela e contra a direção do tufo
- Direção 2 – perpendicular à direção do tufo

Seis locais são testados para cada direção, totalizando 12 locais de teste no total.

Evite impactar a mesma posição e não teste nenhuma área que tenha adquirido preenchimento adicional devido ao deslocamento durante impactos de bola anteriores.

Um exemplo de locais de teste de amostra é detalhado em **Figura 49: exemplo de locais de teste**. Deve ser mantida uma distância de pelo menos 0,2 m entre o centro de qualquer local de teste e a borda da amostra. A cratera de impacto dos locais de teste não deve se sobrepor a outros locais de teste. Deve-se ter cuidado especial ao decidir os locais das amostras para garantir que qualquer material desalojado da amostra não contamine locais não testados.

Figura 49: exemplo de locais de teste



25.6 Cálculo e expressão dos resultados do splash de preenchimento

Um cálculo percentual simples é derivado das imagens para calcular a porcentagem de respingos em cada quadro:

$$\text{Respingo percentagem} = \frac{\text{No. de preto pixels}}{\text{Resolução da imagem em pixels}} \times 100 = \frac{\text{No. de preto pixels}}{(1280 \times 1024)} \times 100$$

A maior porcentagem de respingos calculada a partir de todos os quadros capturados é a porcentagem de respingos registrada para aquele local.

As seis porcentagens de respingos são coletadas para a direção 1 e, em seguida, calculadas a média para criar uma porcentagem geral de respingos para essa direção. Esse processo é repetido para a direção 2 e, em seguida, uma porcentagem final de respingos é calculada a partir da média de todos os 12 resultados, com a intenção de construir uma aproximação do pico de respingos a partir das direções com maior respingo.

O relatório do teste de respingos deve incluir a imagem do impacto de respingos de maior densidade registrado durante o teste e deve conter as seguintes informações:

- Data do teste
- Número da amostra

25.7 Cálculo e expressão dos resultados do rebote da bola em ângulo

Registre a velocidade da bola imediatamente antes e depois do impacto com a superfície. Calcule o ângulo de rebote da bola usando a seguinte fórmula:

$$\text{Ângulo de rebote da bola (\%)} = \frac{S_2}{S_1} \times 100$$

Onde:

S<sub>2</sub> = velocidade imediatamente após o rebote em km/h, arredondada para o 0,1 km/h mais próximo

S<sub>1</sub> = velocidade imediatamente antes do rebote em km/h, arredondada para o 0,1 km/h mais próximo

Calcule o valor médio do ângulo de rebote da bola em todos os testes para cada direção do teste.

Relate o ângulo médio do rebote da bola como uma porcentagem até o número inteiro mais próximo, por exemplo, 55%.

O relatório do teste de rebote da bola em ângulo deve incluir a imagem usada para o cálculo de S<sub>2</sub> e deve conter as seguintes informações:

- Data do teste
- Número da amostra
- Velocidade calculada: S<sub>2</sub>



26. PROCEDIMENTO PARA CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE VARREDURA (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-15)

26.1 Escopo

O método de teste para calorimetria exploratória diferencial (DSC) em fios de grama sintética para futebol americano visa determinar a composição polimérica do fio. A DSC envolve submeter o fio a ciclos controlados de aquecimento e resfriamento, medindo o fluxo de calor associado às mudanças em suas propriedades térmicas. A análise dos termogramas resultantes permite identificar e avaliar a composição polimérica e as características do fio. Este procedimento descreve o método de teste para determinar o(s) ponto(s) de fusão de uma fibra na grama sintética para futebol americano e, assim, determinar a consistência dos polímeros utilizados na fabricação da(s) fibra(s).

26.2 Referências

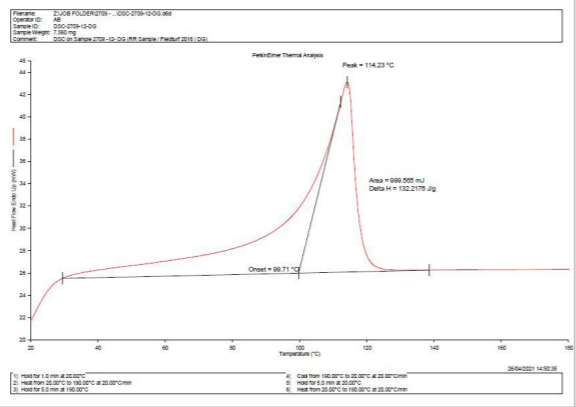
ISO 11357-1:2023 Plásticos – Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

Cláusula 5.2 da ISO 11357-1:2016: Devem ser utilizados, preferencialmente, cadinhos ventilados para evitar variações de pressão durante a medição e permitir a troca de gás com a atmosfera circundante. Para garantir a precisão da medição de entalpia, o aquecimento deve ser realizado a pressão constante.

OBS:

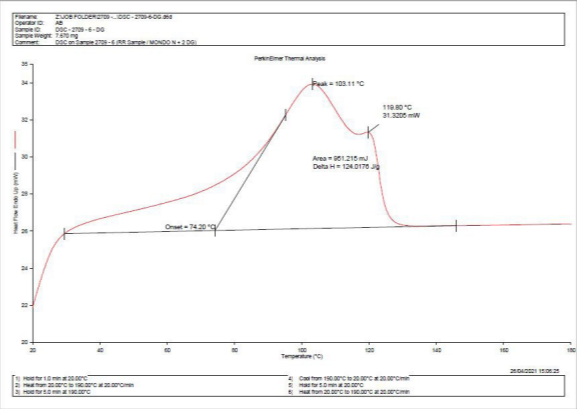
- 1. As fibras utilizadas em superfícies de terceira geração são normalmente produzidas a partir de um único polímero ou de uma mistura de polímeros. Polímeros individuais geralmente apresentam um pico de fusão específico relativamente estreito, como na Figura 50: exemplo de curva DSC com pico de fusão único.
- 2. O tamanho da amostra da fibra deve ser de 7,5±1,0 mg.

Figura 50: exemplo de curva DSC com pico de fusão único



Por outro lado, misturas de polímeros apresentarão uma ampla faixa de pontos de fusão. Cada componente individual da mistura terá seu próprio pico de fusão. Esses picos de fusão individuais se sobrepõem aos demais picos de fusão presentes e, quando próximos, aparecerão como um pico de fusão mais amplo e difuso, como na Figura 50: exemplo de curva DSC com pico de fusão único. Se os picos de fusão de uma mistura de polímeros estiverem mais separados, o pico será ainda mais alargado, ou os picos aparecerão separadamente ou um "ombro" aparecerá no pico de fusão geral.

Figura 51: Curva DSC representando o comportamento de fusão de uma fibra com uma mistura de polímeros



O pico é claramente mais amplo na Figura 51: Curva DSC representando o comportamento de fusão de uma fibra com uma mistura de polímeros, e há um ombro em aproximadamente 120°C.

O seguinte programa de temperatura deve ser usado para a medição:

- Equilibrar a 20,00°C
- Aquecer a 20,00°C/min até 190,00°C
- Isotérmico por 5,00 minutos
- Resfriamento a 20,00°C/min até 20,00°C
- Isotérmico por 5,00 minutos
- Aquecer a 10,00°C/min até 190,00°C

Para garantir a precisão das medições de entalpia e evitar flutuações de pressão durante o processo de medição, é aconselhável utilizar cadinhos ventilados. Esses cadinhos facilitam a troca de gases com a atmosfera circundante, minimizando quaisquer variações de pressão. Além disso, é essencial manter uma pressão constante durante o aquecimento para garantir medições precisas de entalpia.

Figura 52: cadinho ventilado (esquerda) e cadinho não ventilado (direita)



26.3 Resultados

26.3.1 Requisitos do gráfico

Os gráficos DSC devem atender aos seguintes critérios:

- O eixo y em um gráfico DSC representa o fluxo de calor por unidade de massa (mW/mg).

- O eixo x em um gráfico DSC representa a temperatura em graus Celsius (°C).

- A curva de fluxo de calor DSC, que representa a energia térmica absorvida ou liberada pela amostra durante mudanças físicas ou químicas, deve exibir a absorção de calor como positiva para cima.

Os picos de fusão em um gráfico DSC representam a faixa de temperatura na qual uma amostra passa por uma transição de fase do estado sólido para o líquido, absorvendo energia térmica em um processo endotérmico, e devem ser desenhados de cima para baixo.

26.3.2 Linha de base, ponto(s) de fusão, temperatura de início e entalpia (Delta H)

Comece a desenhar a linha de base a 40 °C e continue até que o processo exotérmico se estabilize. A linha de base é formada pela conexão dos pontos mais baixos dos picos e representa o fluxo de calor na ausência de eventos térmicos ou transições significativas na amostra analisada.

A temperatura de início extrapolada é determinada encontrando o ponto de intersecção entre a linha de base extrapolada e a tangente inflexional no início do pico de fusão ou cristalização. A linha de base e a tangente inflexional são calculadas com base no sinal de fluxo de calor dependente da temperatura. Ao contrário da temperatura de pico, a temperatura de início é menos afetada pela taxa de aquecimento e pela massa da amostra, tornando-a um indicador mais confiável. Ao identificar o ponto de intersecção, este método fornece uma medida robusta da temperatura na qual o evento térmico específico se inicia na amostra.

A entalpia (Delta H) é calculada como a área delimitada pela linha de base e pelo pico ou ombro relacionado ao evento térmico dentro da faixa de temperatura especificada.

Registre o(s) ponto(s) de fusão, a temperatura de início e a entalpia (Delta H) do(s) pico(s) do segundo ciclo de aquecimento da fibra. Se houver um ressalto, seu ponto de fusão também deve ser anotado. Pode ser difícil medir o ponto preciso do ombro que corresponde ao ponto de fusão associado devido à forma difusa do ombro. Nesses casos, técnicas de análise derivada de segunda ordem devem ser utilizadas para definir o ponto de fusão do ombro.

26.3.3 Informações de teste

- Os gráficos DSC devem conter as seguintes informações:
- Data do teste
  - Procedimento
  - Número da amostra
  - Peso da amostra
  - Temperatura de início
  - Ponto de fusão e entalpia dos picos
  - Curva derivada de segunda ordem da curva DSC



27. PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-16)

27.1 Escopo

O método de teste para análise termogravimétrica (TGA) em materiais de preenchimento de grama sintética para futebol visa analisar e determinar a proporção de materiais orgânicos e inorgânicos presentes no preenchimento sintético. Este teste é dividido em dois procedimentos, dependendo do tipo específico de preenchimento utilizado como preenchimento de desempenho. É importante observar que o teste de TGA não é necessário para preenchimentos orgânicos (vegetais).

27.2 Aparelho de teste

27.2.1 Um analisador termogravimétrico com as seguintes características:

- Taxa de aquecimento de até 40°C/min
- Gás de purga de nitrogênio com vazão na faixa de 10-50ml/min
- O analisador deve ser mantido e calibrado de acordo com as instruções do fabricante
- Uma balança analítica capaz de medir com uma precisão de ±0,01mg
- Fornecimento de nitrogênio

27.3 Condicionamento de amostras

Certifique-se de que a amostra esteja seca antes de colocá-la no aparelho. Ligue o aparelho e deixe-o equilibrar por pelo menos 30 minutos.

Use a mesma vazão de gás de purga usada para calibrar o instrumento.

27.4 Procedimento de teste

27.4.1 TGA de enchimento de SBR (borracha de estireno-butadieno) (de pneus reciclados, revestidos ou não revestidos)

Taxa de fluxo de gás de purga de nitrogênio dentro da faixa de 10-50 ml/min a ser aplicada durante todo o teste

O peso da amostra deve estar entre ≥25mg e ≤100mg

Programa de aquecimento:

- Aquecimento de 50°C a 300°C com uma taxa de aquecimento de 15°C/min
- Manter a amostra a 300°C por oito minutos
- Aquecimento de 300°C a 650°C a uma taxa de aquecimento de 15°C/min
- Aquecimento de 650°C a 850°C a uma taxa de aquecimento de 25°C/min

27.4.2 TGA de EPDM (etileno propileno dieno terpolímero), TPE (elastômero termoplástico) e outros tipos de enchimento de polímero

Taxa de fluxo de gás de purga de nitrogênio dentro da faixa de 10-50 ml/min a ser aplicada durante todo o teste

O peso da amostra deve estar entre ≥25mg e ≤100mg

Programa de aquecimento: 50°C a 850°C com uma taxa de aquecimento de 10°C/min

27.5 Avaliação de corpos de prova

27.5.1 TGA em preenchimento de SBR

Medição:

Orgânicos: perda de massa até 650°C

Inorgânicos: 100% – % de orgânicos

Elastômeros: perda de massa entre 300°C (após oito minutos de manutenção) e 650°C

27.5.2 TGA em EPDM, TPE e outros tipos de enchimento de polímero

Medição:

Orgânicos: perda de massa até 650°C

Inorgânicos: 100% – % de orgânicos

Elastômeros (somente para EPDM): perda de massa entre o início do segundo pico (geralmente em torno de 400°C) e 650°C



28. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ESTABILIZANTE UV EM FIOS DE GRAMA ARTIFICIAL (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-17)

28.1 Escopo

O método de teste para o teor de estabilizador UV em fios de grama sintética para futebol envolve a submissão de amostras de fios de pelo à luz infravermelha e a medição da variação da absorbância. Amostras coletadas em testes de laboratório e de campo são analisadas por meio de refletância total atenuada/reflexão infravermelha por transformada de Fourier (FT-IR) para comparar os níveis de estabilizador UV entre os produtos originais testados em laboratório e as amostras coletadas no local. Os resultados dessas amostras devem estar dentro de uma faixa aceitável de valores de estabilizador UV, garantindo a consistência entre os produtos testados e os coletados no local.

É importante observar que a análise FT-IR é conduzida somente se surgirem preocupações quanto ao conteúdo do estabilizador UV e, se qualquer discrepância significativa for encontrada, a FIFA reserva-se o direito de revogar a certificação.

28.2 Coleta e armazenamento de amostras

28.2.1 Coleta da amostra no campo

Se houver uma área afetada, pegue uma amostra de fio desse rolo; no entanto, inclua amostras de fio de diferentes linhas de tufo dentro do mesmo rolo e ao longo das mesmas linhas de tufo.

Observe a posição do rolo afetado para comparação com a planta do local do gramado.

Se várias áreas forem afetadas, amostras devem ser coletadas de cada um desses rolos, incluindo amostras de diferentes linhas de tufo afetadas.

Observe a posição dos rolos afetados para comparação com a planta do local do gramado.

28.2.2 Limpeza de amostras de campo

Amostras de campo contêm traços de areia e borracha que precisam ser lavados.

O fio que estava protegido pela camada de areia no campo é cortado do restante da amostra.

Esses fios são colocados em um erlenmeyer com água. O erlenmeyer é colocado em um banho ultrassônico por 15 minutos para ser limpo. Após 15 minutos, as amostras são retiradas da água com uma pinça e secas com papel de seda macio.

28.2.3 Armazenamento de amostras de produtos

Para cada teste de produto, o instituto de testes laboratoriais credenciado pela FIFA deve coletar e armazenar no mínimo dez filamentos completos de cada tipo de fibra de no mínimo três linhas de tufo separadas em um local fresco e escuro, com uma etiqueta apropriada anotando a data da coleta e o número do relatório laboratorial relevante.

28.2.4 Armazenamento de amostras de campo

Durante cada teste de campo, o instituto de teste de campo credenciado pela FIFA deve coletar e armazenar no mínimo dez filamentos completos de cada tipo de fibra de no mínimo três linhas de tufo separadas em um local fresco e escuro, com uma etiqueta apropriada anotando a data da coleta e o número do relatório de teste de campo relevante.

28.3 Aparelho de teste

• Aparelho FT-IR equipado com uma unidade ATR

• Um forno com circulação de ar em conformidade com a norma ISO 188

• Um banho ultrassônico

• Água desmineralizada

• Uma sala climática de 23±2°C e 50±5% UR (humidade relativa)

28.4 Condicionamento de amostras

Se as amostras forem coletadas no campo, elas devem ser estabilizadas em um recipiente em uma sala climática para evitar exposição à luz UV por no mínimo 11 dias a 23+/- 2°C e 50+/- 5% UR.

28.5 Procedimento

Limpe o cristal ATR antes de cada medição, de acordo com as instruções do fabricante.

28.6 Procedimento para amostras de laboratório

28.6.1 Identificação do(s) pico(s) do(s) estabilizador(es) UV No mínimo cinco monofilamentos ou fitas são colocados em um forno a 105 ± 2 °C por 4 h ± 15 minutos. As amostras são então resfriadas em um dessecador por no mínimo duas horas, permitindo que atinjam a temperatura ambiente.

As amostras "envelhecidas pelo calor" são colocadas no cristal ATR do aparelho FT-IR para 32 varreduras. Os espectros são obtidos em três posições diferentes ao longo da fibra. Certifique-se de que o cristal esteja em contato total com a fibra e não apoiado no ápice, por exemplo, de uma fibra estruturada.

No mínimo cinco monofilamentos ou fitas originais são colocados no cristal ATR para 32 varreduras e no mínimo três espectros são obtidos.

As médias dos picos associados ao estabilizador UV são comparadas entre si. O tratamento térmico produz um deslocamento nos estabilizadores UV, o que se refletirá em um deslocamento do(s) pico(s) dos estabilizadores UV.

28.6.2 Quantificação do pico da amostra original

No mínimo cinco monofilamentos ou fitas da mesma linha de tufo são colocados no cristal ATR do aparelho FT-IR.

Cada medição consiste em 32 varreduras.

Oito posições diferentes do fio são medidas.

O espectro deve ser normalizado no pico de carbono localizado em 2950 cm-1 para polietileno e a correção da linha de base precisa ser realizada.

A altura máxima do pico de absorbância (determinada na seção 28.6.1: Identificação do(s) pico(s) do(s) estabilizador(es) UV) é medida. Esta é definida como a absorbância da amostra, ver seção 28.8: Cálculo de resultados.

Caso sejam obtidos valores anormalmente baixos, verifique se o suporte de amostra do ATR está completamente preenchido com material. Caso contrário, essas medições devem ser descartadas.

A média das oito posições diferentes é calculada. Se o coeficiente de variação (razão entre o desvio padrão e a média) dessas oito medições for superior a 10%, oito amostras adicionais são medidas.

As medições são realizadas nas mesmas amostras utilizadas no teste UV

(Seção 22: Procedimento para intemperismo artificial (Método de Teste FIFA 2024-11)).

28.7 Identificação e quantificação do(s) pico(s) da amostra de campo

A medição é realizada de acordo com Seção 28.6.1: Identificação do(s) pico(s) do(s) estabilizador(es) UV .

28.8 Cálculo de resultados

% original  
conteúdo de  
estabilizador UV

=

absorbância da amostra x 100

absorbância das amostras  
submetido para UV



29. DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULAS DE MATERIAIS DE ENCHIMENTO GRANULADOS (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-18)

29.1 Escopo

O método de teste para a distribuição granulométrica de materiais de preenchimento granulados para superfícies de gramados de futebol envolve a determinação da consistência das amostras e sua comparação com a declaração do fabricante. Isso é obtido pela passagem das amostras por diferentes tamanhos de peneira e pela obtenção de uma curva granulométrica. A análise permite a determinação dos tamanhos de partículas representados pelos valores de D e d, fornecendo informações valiosas sobre a distribuição dos grânulos no material de preenchimento.

29.2 Procedimento de teste

Pese no mínimo 300 ml (0,3 l) do material de enchimento granulado e coloque-o em uma bandeja limpa em uma estufa a 45 ± 5 °C por duas horas. Pese a amostra novamente. Se o peso tiver diminuído em mais de 1,0 ± 0,1 g, retorne à estufa por mais duas horas. Pese a amostra novamente se o peso for consistente com a leitura anterior com uma margem de erro de 1,0 ± 0,1 g e, em seguida, remova-a da estufa. Caso contrário, repita este procedimento até que o peso seja consistente com 1,0 ± 0,1 g. Retire a amostra da estufa e deixe-a esfriar até a temperatura ambiente (período mínimo: uma hora).

Para material de enchimento vegetal, as amostras devem ser secas em estufa com circulação de ar por pelo menos 48 horas a 45°C±5°C até que o peso da amostra se mantenha constante, sem redução de peso superior a 1,0±0,1g (é importante não submeter as amostras a altas temperaturas).

Determine a distribuição do tamanho das partículas dos materiais de preenchimento usando as seguintes peneiras:

0,00 mm, 200 µm, 315 µm, 0,5 mm, 0,63 mm, 0,80 mm, 1,00 mm, 1,25 mm, 1,60 mm, 2,00 mm, 2,50 mm, 3,15 mm e 4,00 mm.

Para materiais de preenchimento mais grossos, as seguintes peneiras devem ser adicionadas:

4,50 mm, 5,00 mm, 5,60 mm, 6,30 mm, 6,70 mm, 7,10 mm, 8,00 mm, 9,00 mm, 9,50 mm, 10,00 mm, 11,20 mm e 12,50 mm.

Tamanho da peneira (milímetros)	Volume (milímetros)	Tamanho da peneira (milímetros)	Volume (milímetros)
0,2	0,004	4,50	47.713
0,315	0,016	5,00	65.450
0,5	0,065	5,60	91.952
0,63	0,131	6h30	130.924
0,8	0,268	6,70	157.479
1	0,524	7.10	187.402
1,25	1.023	8,00	268.083
1.6	2.145	9,00	381.704
2	4.189	9,50	448.920
2,5	8.181	10,00	523.599
3.15	16.366	11h20	735.619
4	33.510	12,50	1022.654

29.3 Cálculo de resultados d:

partindo da peneira menor, d<sub>teste</sub> é o maior peneira pela qual passa 10% ou menos da amostra (ou seja, entre 0% e 10% da amostra é menor que a peneira designada “d”).

D: partindo da peneira maior, D é a peneira menor na qual 10% ou menos da amostra é retida (ou seja, entre 0% e 10% da amostra é maior que a peneira designada “D”).

Trace os resultados em um gráfico e determine os valores de d<sub>teste</sub> e D para a amostra.

Calcule a porcentagem de massa da amostra que cai entre d<sub>teste</sub> e D quando comparado ao teste geral massa da amostra.

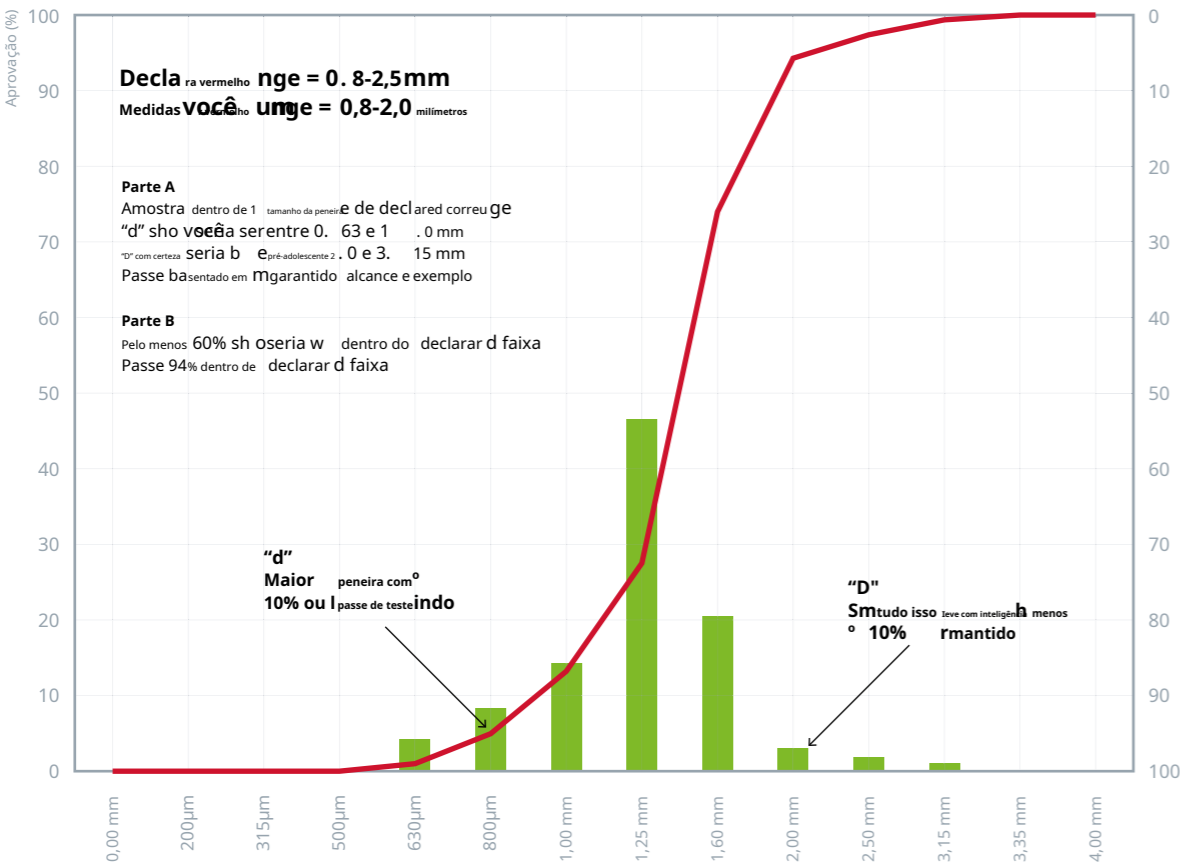
29.4 Análise de resultados

Validação da declaração do fabricante – ensaios de laboratório de homologação de tipo

A declaração do fabricante deve definir a faixa que se pretende abranger por d e D.

Para que uma amostra esteja em conformidade com a declaração do fabricante, o tamanho da malha do ~~a~~ peneiras D deve ser ± um tamanho de peneira, da lista fornecida em 28.2 acima, dos valores declarados de dm (o valor para d declarado pelo fabricante) e Dm (o valor para D declarado pelo fabricante) e pelo menos 60% da amostra total de enchimento deve estar dentro da faixa declarada, conforme ilustrado emFigura 53: exemplo de distribuição de partículas curva.

Figura 53: Exemplo de curva de distribuição de partículas



30. DETERMINAÇÃO DA PROFUNDIDADE DE PREENCHIMENTO (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-19)

30.1 Escopo

O método de teste para a profundidade de preenchimento em produtos de grama sintética para futebol baseia-se na norma EN 1969, mas inclui modificações para se adaptar à natureza mais macia da superfície da grama sintética. O objetivo é obter resultados consistentes, reproduzíveis e repetíveis na medição da profundidade de preenchimento. O aparelho adaptado garante avaliações precisas e confiáveis da profundidade de preenchimento em superfícies de gramados de futebol.

30.2 Aparelho de teste

O aparelho de teste compreende o seguinte:

Sonda de medição de profundidade, composta por um cilindro com três pontas de aço de extremidade plana, de seção circular, com aproximadamente 2 mm de diâmetro. Essas pontas são dispostas em um padrão triangular com espaçamento aproximado entre 15 mm e 20 mm. As pontas devem ser suficientemente longas para que, quando inseridas na superfície a ser testada, a profundidade da superfície superior à inferior do material testado (preenchimento) possa ser medida por meio do cilindro calibrado e graduado, capaz de ler entre 0 mm e 50 mm em incrementos de 1 mm. A placa de base circular deve ter no mínimo 25 mm de diâmetro para reduzir a compressão do preenchimento durante a medição.

30.3 Procedimento de teste

Coloque o medidor de profundidade na superfície do gramado, certificando-se de que não haja objetos estranhos sob a base. Estenda as pontas do cilindro; usando pressão manual, empurre o êmbolo para dentro dos materiais de preenchimento, enquanto segura o medidor na vertical com a outra mão. Continue a empurrar as pontas até sentir resistência do material de revestimento do carpete. Alivie a pressão do êmbolo e verifique e deslize o medidor do cilindro para baixo sobre a superfície do preenchimento.

Leia a profundidade de penetração diretamente na escala graduada e registre isso como a profundidade de preenchimento.

Para os testes de campo, a medição deve ser realizada nos 19 locais de teste estabelecidos no seção 13.8.2: Procedimento.

Figura 54: medidor de profundidade de preenchimento





31. DETERMINAÇÃO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE SISTEMAS DE RELVA ARTIFICIAL (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-20)

31.1 Escopo

O método de teste para a taxa de infiltração de sistemas de grama artificial é baseado na norma EN 12616:2023, com adaptações feitas para atender às necessidades específicas do gramado de futebol. O objetivo é medir a permeabilidade do sistema, indicando a taxa de infiltração de água na superfície. Os resultados deste teste são registrados em milímetros por hora (mm/h).

31.2 Definição

A permeabilidade é definida como a taxa de infiltração quando a água passa pelo produto devido à gravidade. Ela é calculada medindo-se o tempo que a coluna d'água leva para fluir/ultrapassar uma altura específica entre duas marcas verticais. Essa medida pode ser considerada como um componente de um sistema, por exemplo, apenas uma almofada antichoque ou um carpete, ou como um sistema completo.

31.3 Aparelho de teste

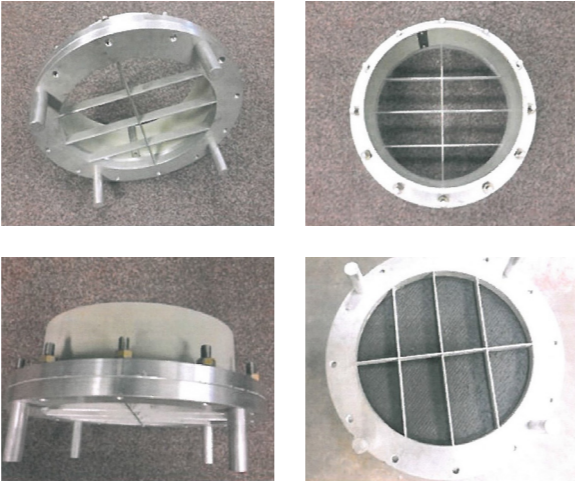
- a. Um anel de material metálico ou plástico com um diâmetro interno de 300±2 mm e um método de vedação do anel ao produto a ser testado (mecanicamente com uma braçadeira ou pelo uso de um selante).
- b. Uma grade de suporte para sustentar o produto e evitar que ele se deforme quando a água for despejada no aparelho. A deformação máxima do

O produto deve estar a 5 mm da parte externa do anel até o centro após a adição de água. Dentro do anel, deve haver três fios ou barras horizontais paralelos e uma barra central perpendicular às outras três. Estes devem ter 2,5 mm ou mais de 0,5 mm de largura para evitar a obstrução de quaisquer furos porosos no carpete.

c. Cronômetro (com precisão de 0,1s)

d. Nível de bolha/bolha

Figura 55: exemplo de aparelho para teste de porosidade



31.4 Preparação da amostra

Condicione as amostras de teste e qualquer preenchimento relevante no laboratório a uma temperatura de 23±2°C por um período mínimo de quatro horas.

Prepare uma amostra de amortecedor e/ou carpete, selando-a por qualquer um dos métodos no anel; certifique-se de que o número mínimo de furos de porosidade no carpete seja visível dentro da área do anel de 300 mm. Meça o diâmetro e a localização dos furos na peça de teste e registre/fotografe para inclusão no relatório.

Preencha o carpete, se necessário, até a profundidade de preenchimento especificada. Certifique-se de que todas as fibras estejam visíveis e que não haja fibras presas sob o preenchimento. Cada camada deve ser compactada colocando-se um disco redondo com massa de 5,00 ± 0,25 kg sobre o gramado. O disco deve ser girado e contrarrotado na superfície por, no mínimo, cinco rotações completas para garantir a compactação e o nivelamento de qualquer preenchimento de carpete. Não deve ser aplicada pressão adicional ao disco.

Se for utilizado um suporte de malha, certifique-se de que não haja flacidez na amostra, o que poderia resultar em uma coluna de água irregular sobre ela.

A umectação da amostra de teste deve ser feita por meio da aplicação de, no mínimo, cinco litros de água; a água deve ser aplicada por meio de um disco de material geotêxtil do mesmo tamanho que o diâmetro do anel ou por meio de uma peneira metálica de tamanho similar, com malha não superior a 300 microns. Certifique-se de que não haja vazamento de água lateralmente pelas juntas do anel. Em caso afirmativo, vede novamente a amostra para corrigir o problema. A amostra deve ser deixada para drenar por, no mínimo, 30 minutos.

31.5 Procedimento

Certifique-se de que o equipamento de teste esteja nivelado antes de iniciar o teste.

Distribua a água uniformemente sobre as amostras consolidadas através da malha ou geotêxtil. A coluna d'água a ser aplicada deve estar entre 70 mm e 90 mm acima do enchimento ou do suporte da amostra, o que for maior. Marque o anel a 10 mm e 30 mm acima do enchimento para sistemas preenchidos, da almofada de choque (ao testar apenas a almofada de choque) ou do suporte primário para sistemas não preenchidos ou se estiver medindo o gramado sem enchimento presente. Cronometre a queda na coluna d'água entre os marcadores de 30 mm e 10 mm acima do enchimento ou do suporte (ou seja, uma queda de 20 mm na coluna d'água), registre o tempo com precisão de 0,1 segundo e certifique-se de que qualquer geotêxtil seja removido antes do início do cronômetro. Se a taxa de infiltração for lenta, interrompa o teste em 30 minutos.

Repita o teste mais duas vezes e calcule a média dos dois últimos resultados.

31.6 Cálculo e expressão de resultados

$$I_u = \frac{F_{\text{Banheiro}}}{t_c}$$

Onde:

- I = taxa de infiltração em mm/h
- F = altura em que a água caiu, normalmente 20 mm
- t = tempo que o nível da água demora a baixar em horas

Se o resultado exceder 2.000 mm/h, indique “>2.000 mm/h”.

32. DETERMINAÇÃO DO PERFIL DO FIO (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-21)

32.1 Escopo

Este método descreve como medir a espessura de um fio, incluindo a identificação da forma, por meio de uma imagem.

32.2 Aparelho de teste

32.2.1 Geral

Um microscópio com capacidade de ampliação na faixa de 200-250x e que é capaz de medir dimensões.

32.3 Amostras

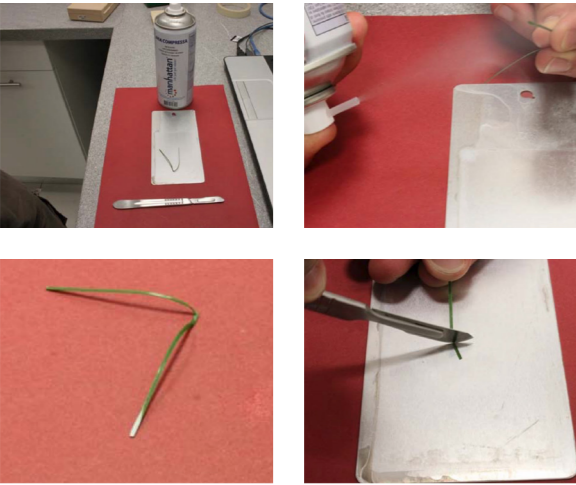
De um mínimo de três linhas de tufos diferentes, corte pelo menos três fibras para serem medidas e fotografadas (três fibras a serem medidas no total). Ao coletar amostras de um carretel, três pedaços de fibra devem ser medidos e fotografados a pelo menos cinco metros de distância um do outro.

32.4 Procedimento de teste

Corte um pedaço de fibra com cerca de 50 ± 10 mm de comprimento, do comprimento disponível no carpete ou carretel. Resfrie uma das extremidades da amostra usando uma garrafa de ar comprimido invertida e corte-a com precisão usando uma lâmina afiada (de preferência um bisturi) contra uma placa de alumínio.

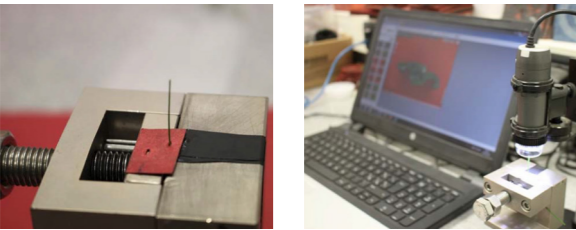
A amostra obtida deve ter um corte limpo, sem rebarbas ou distorções da fibra.

Figura 56: procedimento de preparação da amostra



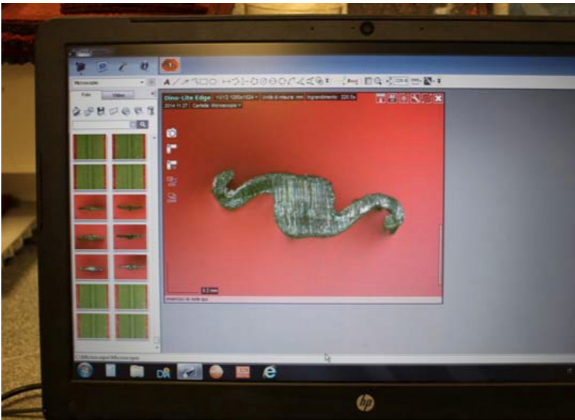
Usando um suporte, segurando a extremidade cortada em posição vertical perpendicular ao microscópio, verifique se o corte está limpo e, se necessário, dependendo da cor da fibra, use um inserto de fundo de cor diferente para maximizar a definição da imagem.

Figura 57: colocação sob o microscópio



Ajuste a ampliação do microscópio na faixa de 200-250x e foque no plano de corte transversal da fibra. Depois de certificar-se de que estão em foco, tire a foto.

Figura 58: visualização da amostra no microscópio



Proceder à medição dos seguintes pontos, utilizando a função de medição do microscópio (linha):

- 1. Largura máxima da fibra
- 2. Espessura máxima (ou profundidade) da fibra, referida como a perpendicular à sua largura
- 3. Pelo menos uma leitura intermediária entre o centro e a extremidade, em cada lado

Utilizando a função “círculo” do microscópio, inscreva onde possível, nas áreas de máxima espessura, o maior círculo possível.

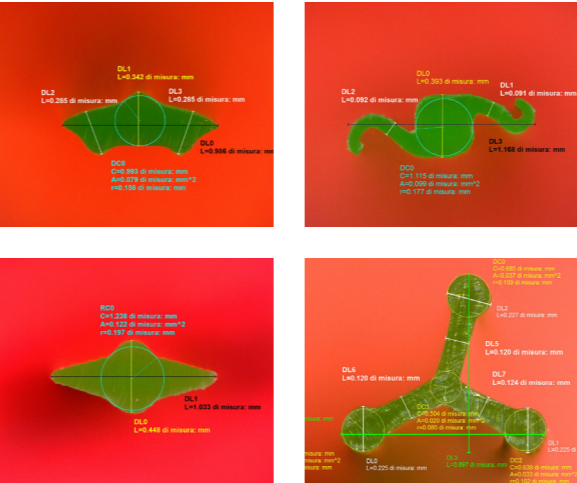
- A imagem obtida será incluída no relatório do laboratório da FIFA com os seguintes detalhes:
- Comprimento: 15 cm
  - Largura: 10cm
  - O diâmetro do maior círculo
  - Resolução: 100dpi

32.5 Cálculo e expressão de resultados Registre as dimensões do fio a partir de uma perspectiva transversal, incluindo todas as medidas.

A espessura da fibra é definida como o diâmetro do maior círculo possível inserido no núcleo da fibra.

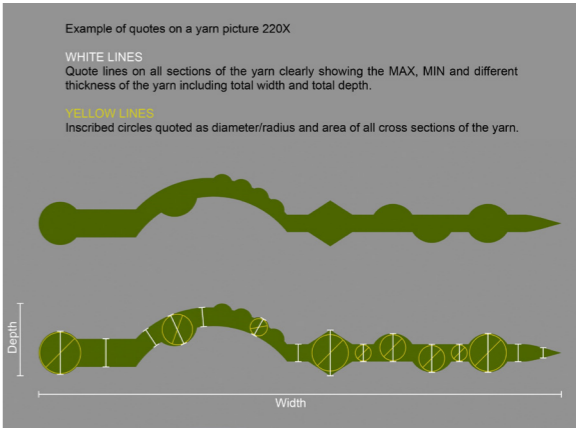
Exemplos típicos das fibras mais comumente usadas são mostrados abaixo:

Figura 59: formas típicas de fibras comuns



Se houver formas complexas, anote as dimensões em vários pontos, conforme o exemplo a seguir, ou consulte o Grupo de Trabalho do Programa de Qualidade da FIFA para esclarecimentos.

Figura 60: amostra de medidas de espessura



33. DETERMINAÇÃO DA ALTURA DE PILHAS LIVRES NÃO ALONGADAS (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-22)

33.1 Escopo

Este método serve como meio de verificação para ensaios em laboratório e no local, a fim de garantir que a altura da estaca livre não alongada esteja de acordo com a declaração do produto. Se a altura da estaca livre não alongada estiver correta, infere-se que a soma dos dois preenchimentos também está correta (não necessariamente a proporção). Também é útil durante novos ensaios para confirmar se os níveis de preenchimento são consistentes com os ensaios anteriores.

33.2 Aparelho de teste

O aparelho de teste compreende o seguinte:

- Uma estrutura de prisma de aço e vidro com no mínimo 150 mm de comprimento; no mínimo 125 mm de largura; e no mínimo 70 mm de altura.
- A moldura deve conter um prisma transparente com uma superfície inferior espelhada de material refletivo que deve ser angulada em 45±0,2°.
- Uma escala em milímetros com uma altura de 40±1mm e uma resolução de medição de 1mm.

33.3 Procedimento de teste

Coloque o prisma calibrador no enchimento da superfície de grama sintética para sistemas preenchidos e sobre o suporte primário para sistemas não preenchidos. Não force o prisma no enchimento; em vez disso, coloque-o sobre o enchimento sem exercer pressão adicional. Certifique-se de que o prisma calibrador esteja plano na superfície usando um nível de bolha. Registre o comprimento das dez fibras de fio representativas (ignore os valores discrepantes); repita este procedimento a 90° do primeiro teste (para medições no local, alterne entre as direções longitudinal e transversal para cada posição de teste e calcule a altura mediana da pilha em milímetros a partir das 10 fibras de fio representativas em cada posição). Calcule a mediana das fibras de pilha mais altas em milímetros a partir das 20 fibras de fio representativas.

A medição deve ser realizada nos 19 locais de teste conforme descrito em **seção 13.8.2: Procedimento** para testes de campo e em três locais com pelo menos 100 mm de distância e a uma distância mínima de 100 mm da borda de uma amostra não condicionada.

34. DETERMINAÇÃO DO DECITEX DE FIOS (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-23)

34.1 Escopo

O método de teste para determinar o decitex (dtex) dos fios envolve a análise de um fio para medir sua densidade linear. O valor dtex fornece informações sobre a massa do fio por unidade de comprimento.

34.2 Aparelho de teste

O aparelho de teste compreende o seguinte:

- Uma balança analítica capaz de medir com uma precisão de ±1mg
- Um medidor com leitura de 1 mm
- Um forno com circulação de ar em conformidade com a norma ISO 188
- Pinças

34.3 Condicionamento de amostras

Se as amostras forem provenientes de um campo úmido, elas devem ser secas em estufa com circulação de ar a 70 °C por 24 horas. Após a secagem, devem ser condicionadas por no mínimo 24 horas a 23 +/- 2 °C.

34.4 Procedimento de teste

34.4.1 Método geral para avaliação do dtex da fibra

Pegue 20 tufos completos com uma pinça da parte de trás do tapete.

Raspe qualquer resíduo de látex (ou revestimento) com a pinça.

Remova qualquer enchimento que possa estar “aderido” às fibras.

Meça o comprimento de cada tufo, arredondando para o milímetro mais próximo. Anote a soma dos comprimentos dos 20 tufos (L).

Pese os 20 tufos limpos (W) em gramas.

34.4.2 Casos especiais

Caso o revestimento ou látex não possa ser removido, proceda da seguinte forma: colete três amostras de grama com dimensões mínimas de 200x200 mm.

Raspe a pilha de cada pedaço e meça o comprimento das pilhas que foram raspadas até o milímetro mais próximo (L).

Remova qualquer enchimento que possa estar “aderido” às fibras.

Meça o comprimento de cada tufo até o milímetro mais próximo.

Calcule o número de tufos de acordo com a norma ISO 1763 (N).

Pese as pilhas que foram raspadas (W) em gramas.

34.5 Cálculo de resultados

**34.5.1 Método geral para avaliação do dtex da fibra** Calcule o comprimento total dos 20 tufos da seguinte maneira:

dtex = (L x 10<sup>7</sup>) / e<sub>20</sub>

Método especial

dtex = (L x 10<sup>7</sup>) / (N<sub>t</sub> x 2 x C<sub>p</sub>)

34.6 Expressão de resultados

Os resultados devem detalhar o dtex de cada tipo de fibrila por tufo e o número de fibrilas de cada tipo por tufo.

(a)dtex x (b)

Onde (a) corresponde à massa linear (em gramas) da fibrila por 10.000 m, “x” é o sinal de multiplicação e (b) o número de fibrilas por tufo.

Massa linear do fio: dtex x número de fios

Por exemplo: 1.900 dtex x 8

Quando um tufo é composto de fibrilas diferentes, o sinal “+” é inserido e o resultado do dtex combinado é mostrado entre parênteses.

(Massa linear da fibrila 1 dtex x número de fibrilas 1 + massa linear da fibrila 2 dtex x número de fibrilas 2)

Por exemplo: (1.900 dtex x 8 + 2.200 detex x 2)

Na eventualidade de uma composição de fio diferente entre as linhas de tufagem, as linhas de tufagem precisam ser identificadas.

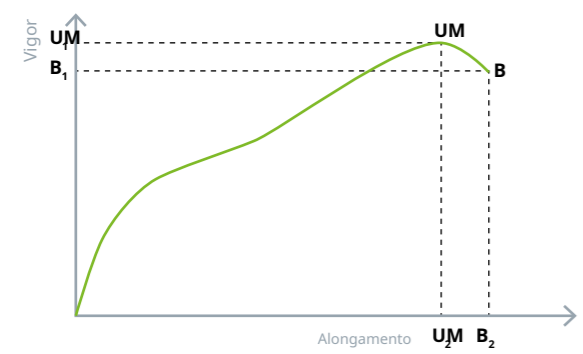
Por exemplo: linha 1 (1.900 dtex x 8 + 2.200 detex x 2); linha 2 (1.900 dtex x 6)

35. DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE PICO, FRAGILIDADE E TENACIDADE DO FIO (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-24)

**35.1 Escopo**  
O princípio do método de ensaio para pico de força, fragilidade e tenacidade do fio envolve submeter os materiais a um ensaio de tração para medir seu comportamento sob tensão e deformação. A curva tensão-deformação fornece informações sobre a rigidez, o limite de elasticidade, o limite de escoamento e as características de deformação dos materiais.

A **força máxima** representa a maior quantidade de força (marcada com **A** na Figura 61 abaixo) exercida sobre um espécime para causar sua falha durante um teste de tração conduzido sob condições específicas.

Figura 61: gráfico de força-alongamento de um teste de tração



A fragilidade do fio reflete sua capacidade de absorver energia, que é determinada pela área abaixo da curva força-extensão gerada durante o teste. O impacto do intemperismo artificial em amostras de fio, levando à degradação do fio, é avaliado por meio de alterações nessa capacidade de absorção de energia.

Figura 62: princípio da fragilidade do fio

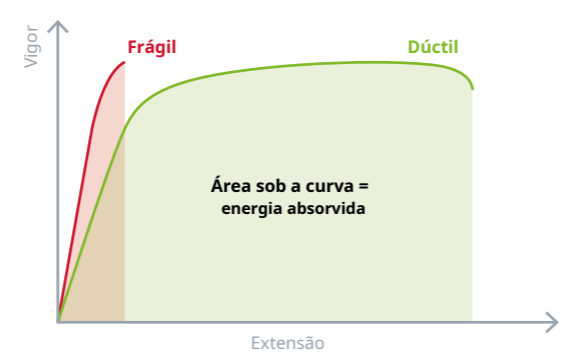
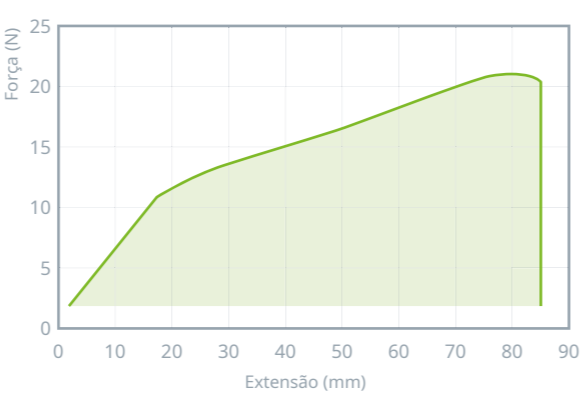


Figura 63: extensão típica – gráfico de força do teste do fio. A área sob a curva é a absorção de energia do fio



A área sob a curva tensão-deformação representa a energia absorvida pelo material antes da falha, permitindo uma comparação entre materiais dúcteis e frágeis. No contexto da grama sintética, um fio dúctil é considerado mais resiliente do que um fio frágil com base em seus respectivos comportamentos e capacidades de absorção de energia.

**Tenacidade do fio** é a razão entre a força de ruptura máxima de uma fibra e sua massa linear.

**35.2 Aparelho de teste**  
O aparelho de teste compreende o seguinte:

- Um aparelho de teste de tração com uma célula de carga na faixa de teste de 1N a 40N
- Máquina de ensaio de tração com precisão conforme norma ISO 5893
- Grampos para fixar a amostra de fio
- Um computador ou software para gravação e análise de dados

**35.3 Condicionamento de amostras**  
As amostras devem ser condicionadas por no mínimo 24 horas a 23+/-2°C. Os testes devem ser realizados a 23+/-2°C.

**35.4 Corpos de prova**  
Os resultados existentes para uma família específica de fios podem ser levados adiante, desde que as seguintes condições sejam atendidas:

1. Quando testado de acordo com a norma ISO 11357-3, o traço DSC do fio apresenta o mesmo perfil. Os principais pontos de referência para a comparação de fios devem ser obtidos a partir do segundo aquecimento da amostra de polímero e incluem a temperatura de pico, a área do pico e a forma geral da curva, todos os quais devem ser semelhantes (temperatura de pico  $\pm 3^\circ$ ).
2. A espessura do fio deve ser de pelo menos 90% da do fio testado anteriormente. O formato do fio deve ser o mesmo.

**35.5 Procedimento de teste**  
Os testes devem ser conduzidos em amostras de fios recém-produzidos que não foram expostos a ambientes externos e em amostras que passaram por intemperismo artificial seguindo o Método 2 da norma EN 14836.

O comportamento à tração dos materiais é medido por meio de máquinas de ensaio de tração. Este procedimento se aplica tanto a fibras não expostas quanto a fibras expostas a raios UV.

1. Um comprimento de fibra de 100 $\pm$ 2 mm é preso em ambas as extremidades.
2. A fibra deve ser posicionada no eixo da máquina de tração e colocada plana.
3. Comece prendendo a fibra na empunhadura superior.
4. Ajuste a carga/força para zero (tara o sensor de carga).
5. Prenda a fibra na empunhadura inferior, garantindo que nenhuma carga/força seja aplicada à fibra.
6. Aplique o deslocamento a uma taxa de deformação predeterminada. A taxa de deformação é igual a 50% do comprimento da fibra por minuto. Por exemplo, para uma fibra de 100 mm de comprimento, a taxa de deformação seria de 50 mm/min.
7. Certifique-se de que a fibra não deslize entre as garras durante o teste, marcando-a nos pontos de contato com as garras. Se a fibra deslizar durante o teste, os resultados do teste não devem ser considerados.
8. Os resultados não devem ser considerados se ocorrer falha no contato com as empunhaduras.

Devem ser realizados no mínimo dez testes representativos por tipo de fibra. Exclua quaisquer valores discrepantes óbvios antes de calcular os resultados médios dos testes repetidos.

35.6 Cálculo de resultados

35.6.1 Processamento e análise de dados:

- Os dados de cada teste devem ser processados da seguinte forma para criar um gráfico de curva de força-extensão: 1. Todos os dados correspondentes a uma força medição de <1N deve ser excluída.
- 2. Os dados de força bruta devem ser suavizados usando um filtro de média móvel de cinco pontos.
- 3. Os dados de extensão brutos devem ser suavizados usando um filtro de média móvel de cinco pontos.
- 4. Os dados de extensão devem ser definidos em 0 mm a 1N.
- 5. Todos os dados além do ponto de força máxima (força de pico) devem ser excluídos.

35.6.2 Relate as seguintes medições para cada amostra de fio:

- 1. Força de pico em N (refere-se à força máxima necessária para romper um fio). Veja o valor na curva.

- 2. Extensão de falha:

Extensão de falha = Δl / lo x 100

Onde:

**Extensão de falha expressa em porcentagem, Δl**=a variação do comprimento entre o comprimento da fibra na força máxima e a força mínima em mm, **lo**é o comprimento de referência em mm.

**Tenacidade do fio em cN/tex**é calculado dividindo a força de ruptura máxima (em cN) pela densidade linear (em tex).

35.6.3 Mudança na absorção de energia

A energia absorvida pelo fio antes da falha (fragilidade) é determinada pelo cálculo da integral sob o gráfico de força de extensão usando o método trapezoidal. O comprimento do passo trapezoidal deve ser pelo menos 100 vezes menor que o comprimento de falha da extensão do fio. A integral é calculada até o ponto de força máxima (força de pico de ruptura), e todos os dados além desse ponto são excluídos. A força mínima considerada é 1N (conforme mostrado na Figura 63).

Calcule o valor médio da absorção de energia para os fios novos e envelhecidos. A partir dos dois valores médios, calcule a variação percentual na absorção de energia do fio da seguinte forma:

Mudança em energia absorção = (E envelhecido - E novo) / E novo \* 100%

Onde:

E<sub>envelhecido</sub> = absorção média de energia do fio das amostras submetido ao intemperismo artificial,

E<sub>novo</sub> = absorção média de energia do fio não exposto amostras.

**Rigidez**(gradiente da função polinomial de segunda ordem com extensão de 5 mm)

- Ajuste uma função polinomial de segunda ordem aos primeiros 10 mm de extensão usando o método dos mínimos quadrados de Gauss.

- Calcule o gradiente (em N/mm) da função polinomial em uma extensão de 5 mm para determinar a rigidez do fio.



36. DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE RETIRADA DO TUFO (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-25)

36.1 Escopo

O método de teste para a força de retirada de tufos baseia-se na norma ISO 4919 (2012) e foi adaptado para garantir a consistência nos testes de grama sintética para futebol. Ele quantifica a força necessária para extrair meio tufo de um tapete de grama sintética. Ao medir essa força, o teste fornece uma indicação da resistência de retenção do tufo.

36.2 Aparelho de teste

O aparelho de teste compreende o seguinte:

- Um aparelho de teste de tração com uma célula de carga com precisão de ±5% na faixa de teste de 10-250N.
- Pinça cirúrgica.
- Uma placa de base com dimensão mínima de 60x60 mm, com furo circular recortado, de raio mínimo de 12 mm. O recorte pode ter uma garganta para facilitar o posicionamento dos tufos a serem retirados.

36.3 Condicionamento de amostras

Retire uma amostra com dimensão mínima de 200x200mm do carpete a ser testado.

Se as amostras forem de um campo (úmido), elas devem ser primeiro secas em uma estufa a 70 °C por 24 horas. Em seguida, devem ser condicionadas por mais 24 horas, no mínimo, a 23 +/- 2 °C.

Os testes devem ser realizados a 23+/-2°C.

36.4 Procedimento de teste

Instale a placa de base de modo que fique plana, em um plano perpendicular à direção da retirada do tufo.

Selecione uma extremidade de um tufo inteiro e prenda-o na pinça cirúrgica.

Prenda o carpete na placa de base e certifique-se de que o tufo esteja localizado no recorte da placa de base.

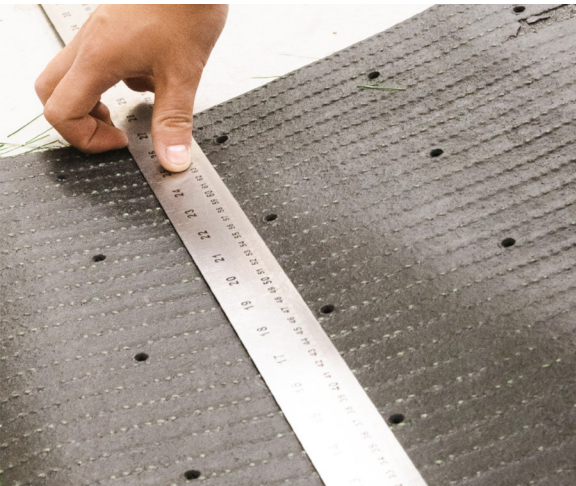
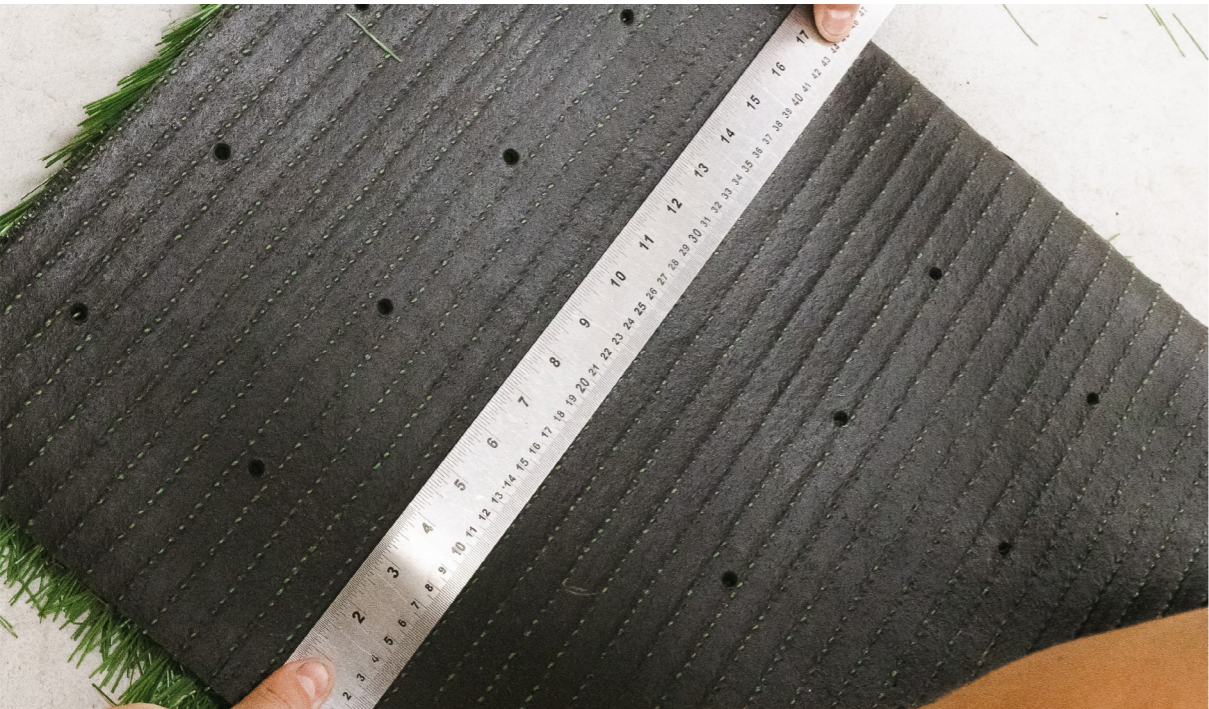
Coloque a máquina de teste de tração em movimento com uma velocidade constante de 100 mm/min e retire completamente o tufo ao longo de um caminho que seja essencialmente perpendicular ao do espécime de carpete.

Verifique se apenas um tufo foi retirado e registre a força máxima registrada pela máquina de tração.

Se fibras adicionais de outro tufo foram inadvertidamente agarradas ou se apenas parte do tufo foi retirada, ignore o resultado.

Repita o procedimento para um mínimo de 20 tufos, distribuídos sobre a amostra. A distância mínima entre cada tufo retirado é de pelo menos 25 mm.

**36.5 Cálculo e expressão de resultados** Calcule a força média de retirada do tufo em newtons e anote o valor com uma casa decimal, juntamente com o desvio padrão para os 20 tufos.



37. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE TUFOS POR UNIDADE DE COMPRIMENTO E CALIBRE, E DE TUFOS POR UNIDADE DE ÁREA (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-26)

37.1 Escopo

O método de teste para tufos por unidade de comprimento e calibre, e tufos por unidade de área em gramados de futebol americano envolve a determinação do número de tufos presentes em um determinado comprimento, bem como o espaçamento entre eles, tanto em laboratório quanto no local. O procedimento fornece um método padronizado para quantificar a densidade e a disposição dos tufos no sistema de gramados de futebol americano. Isso permite comparações consistentes entre diferentes amostras de grama e garante avaliações precisas das características dos tufos.

37.2 Aparelho de teste

Um dispositivo capaz de medir com precisão uma distância mínima de 500 mm. O aparelho deve ter uma precisão mínima de 1,0 mm.

37.3 Referências normativas

ISO 2424 Revestimentos têxteis para pisos – Vocabulário

37.4 Procedimento de teste

37.4.1 Condicionamento de amostras

Ao testar em laboratório, as amostras devem ser armazenadas em uma sala climática por um mínimo de 24 horas a 23+/-2°C e avaliadas nessas condições.

37.4.2 Amostragem – coleta de amostra do campo

Se houver amostras representativas do gramado tufado instalado, com tamanho mínimo de 500x500 mm, estas devem ser utilizadas para análise. Sempre que possível, deve-se obter mais de uma amostra. Se a localização do rolo de gramado do qual a amostra foi cortada for conhecida, essa informação deve ser registrada.

Se houver apenas uma amostra disponível, levante uma ponta da grama e faça as medições no verso. Levante uma segunda ponta de um rolo separado de grama e faça as medições no verso.

37.4.3 Amostragem – coleta de uma amostra de um rolo de grama ou de uma amostra enviada ao laboratório para avaliação

Corte amostras representativas do gramado tufado a ser avaliado, com tamanho mínimo de 500x500 mm. As amostras individuais devem ser de rolos de gramado fabricados separadamente. Certifique-se de que cada amostra cortada esteja a, no mínimo, uma linha de tufo da orla do rolo de gramado.

37.4.4 Medição diretamente do campo instalado

Se uma amostra não estiver disponível para ser removida do local e levada de volta ao laboratório para avaliação, uma avaliação alternativa deverá ser conduzida.

Se for possível dobrar os cantos do gramado já instalado, o seguinte procedimento deve ser utilizado. Se os níveis de preenchimento impedirem a dobra, o preenchimento deve ser removido dos cantos e recolocado após a conclusão do procedimento. Por fim, se a borda do gramado tiver sido fixada ou colada mecanicamente, deve-se obter permissão do proprietário/operador da instalação para reabrir as bordas fixadas. Deve-se evitar o estiramento do carpete.

Devem ser realizadas pelo menos duas medições de rolos diferentes.

37.5 Procedimento para medição do número de tufos

37.5.1 Procedimento para medir o número de tufos linearmente ao longo da direção de produção

Coloque a amostra sobre uma superfície plana (somente se testada em laboratório). Posicione o dispositivo de medição ao longo da lateral de uma fileira de tufos, na direção da fabricação, a aproximadamente 50 mm da borda do gramado. Posicione o ponto zero diretamente contra um tufo, projetando-se através do substrato primário. Conte o número máximo de tufos inteiros em uma distância de pelo menos 400 mm. Anote o número de tufos (N) e a distância (L).

Repita o procedimento aproximadamente a 150 mm, 250 mm, 350 mm e 450 mm da borda.

37.5.2 Procedimento para medir o número de tufos perpendiculares à direção da produção entre cada agulha de tufagem, geralmente denominado calibre da máquina

Coloque a amostra sobre uma superfície plana (somente se testada em laboratório). Posicione o dispositivo de medição ao longo da lateral de uma fileira de tufos perpendiculares à direção de fabricação, a aproximadamente 50 mm da borda do gramado. Alinhe o dispositivo de medição ao longo de uma série de tufos adjacentes. Posicione o ponto zero diretamente contra o lado direito (ao medir da direita para a esquerda) ou o lado esquerdo (ao medir da esquerda para a direita) de uma fileira de tufos conforme ele se projeta através do suporte primário. Conte o número de linhas de tufos em uma distância de pelo menos 400 mm. Anote o número de linhas de tufos (N) e a distância (L).

g

g

Repita o procedimento aproximadamente a 150 mm, 250 mm, 350 mm e 450 mm da borda.

37.6 Cálculo e expressão de resultados  
37.6.1 Cálculo para medição do número de tufos linearmente ao longo da direção de produção

Para cada conjunto de valores, calcule os valores individuais usando a seguinte equação:

Número de tufos por 100 mm =  $\frac{N_t}{e\mu}$  x 100

Calcule a média dos cinco conjuntos de valores e registre-a. Expresse os resultados em tufos/100 mm com uma casa decimal.

37.6.2 Cálculo para medição do número de tufos perpendiculares à direção de produção entre cada agulha de tufagem, geralmente denominado calibre da máquina

Para cada conjunto de valores, calcule os valores individuais usando a seguinte equação:

Medidor =  $\frac{N_g}{e\mu_g}$

Calcule a média dos cinco conjuntos de valores e registre-a. Expresse os resultados em milímetros com duas casas decimais. Para fins informativos, o valor fracionário imperial inteiro (por exemplo, 5/8, ½, ¾, etc.) em polegadas pode ser indicado entre parênteses.

37.6.3 Cálculo do número total de tufos por metro quadrado

Número de tufos por m² =  $\frac{1000 \times N_t}{e\mu} \times \frac{1000}{\text{medidor}}$

Expresse os resultados em tufos por metro quadrado, arredondando para o número inteiro mais próximo.

38. DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DA PELAGEM ACIMA DO REVESTIMENTO (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-27)

38.1 Escopo

O método de teste para o comprimento da pilha acima do suporte envolve a determinação do comprimento das fibras da pilha acima do suporte primário em uma amostra de grama sintética para futebol. Este procedimento fornece um método padronizado para medir e comparar a altura da pilha em diferentes amostras. Ele garante uma avaliação precisa e consistente do comprimento da pilha, que é uma propriedade importante de um sistema de grama sintética.

38.2 Aparelho de teste

Um dispositivo capaz de medir com precisão mínima de 1,0 mm, por exemplo, uma régua de aço.

38.3 Procedimento de teste

38.3.1 Condicionamento de amostras

Ao testar em laboratório, as amostras devem ser armazenadas em uma sala climática por um mínimo de 24 horas a 23+/-2°C e avaliadas nessas condições.

Se as amostras forem coletadas no campo, elas devem ser armazenadas em uma sala climática por no mínimo 24 horas a 23±2°C.

38.3.2 Amostragem – coleta de amostra no campo Se houver amostras representativas do gramado tufado instalado, com tamanho mínimo de 500x500 mm, estas devem ser utilizadas para análise. Sempre que possível, deve-se obter mais de uma amostra. Se a localização do rolo de gramado do qual a amostra foi cortada for conhecida, essa informação deve ser registrada.

Se houver apenas uma amostra disponível, levante uma ponta da grama e faça as medições no verso. Levante uma segunda ponta de um rolo separado de grama e faça as medições no verso.

38.3.3 Amostragem – coleta de uma amostra de um rolo de grama ou de uma amostra enviada ao laboratório para avaliação

Corte amostras representativas do gramado tufado a ser avaliado, com tamanho mínimo de 500 x 500 mm. As amostras individuais devem ser de rolos de gramado fabricados separadamente. Certifique-se de que cada amostra cortada esteja a, no mínimo, uma linha de tufo da orla do rolo de gramado.

38.3.4 Medição diretamente do campo instalado

Se uma amostra não estiver disponível para ser removida do local e levada de volta ao laboratório para avaliação, uma avaliação alternativa deverá ser conduzida.

Se for possível dobrar os cantos do gramado já instalado, o seguinte procedimento deve ser utilizado. Se os níveis de preenchimento impedirem a dobra, o preenchimento deve ser removido dos cantos e recolocado após a conclusão do procedimento. Por fim, se a borda do gramado tiver sido fixada ou colada mecanicamente, deve-se obter autorização do proprietário da instalação para reabrir as bordas fixadas. Deve-se evitar o estiramento do carpete.

Devem ser realizadas pelo menos duas medições de rolos diferentes.

38.3.5 Procedimento para medição do comprimento da pilha acima do suporte

Coloque a amostra em uma superfície plana (somente se testada em laboratório) com as fibras na vertical, de modo que a direção de fabricação do gramado de futebol fique diretamente para longe do técnico.

Escolha uma linha de tufo que esteja a aproximadamente 100 mm da orla da amostra e a aproximadamente 100 mm da borda mais próxima da amostra. Segure o dispositivo de medição na vertical, perpendicular à mesa, sobre o suporte primário imediatamente adjacente ao tufo. Se o tufo for composto por um único fio fibrilado, meça a altura de toda a fibra. Se, no entanto, o tufo

é composto por várias fibrilas, estas devem ser medidas individualmente.

Para fibrilas na parte externa do tufo em forma de U, segure o dispositivo de medição na parte externa do feixe de fibrilas no tufo. Se, no entanto, a fibrila estiver localizada na parte interna do feixe, coloque o dispositivo de medição no centro da alça em forma de U. Puxe a fibra esticada contra a face do dispositivo de medição e anote o comprimento da fibra/fibrila com precisão milimétrica.

Para fibras texturizadas, não estique a fibra, mas segure-a contra a face do dispositivo de medição, evitando dobrá-la de forma a aumentar a altura total efetiva da pilha. Anote o comprimento da fibra/fibrila em milímetros.

Registre a altura média da pilha do tufo medido.

Repita o procedimento para obter dez medidas de altura de tufos no total.

**38.4 Cálculo e expressão de resultados** Calcule a média dos dez valores medidos e registre-a. Expresse os resultados em milímetros com uma casa decimal.

**39. DETERMINAÇÃO DA MASSA POR UNIDADE DE ÁREA (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-28)**

**39.1 Escopo**  
O método de teste para determinar a massa por unidade de área envolve medir o peso de uma amostra de grama sintética de futebol e dividi-lo pela área de superfície correspondente. A determinação precisa da massa por unidade de área permite comparações consistentes entre diferentes amostras de grama sintética e as especificações do fabricante.

**39.2 Aparelho de teste**  
O aparelho de teste compreende o seguinte:

Um dispositivo capaz de medir com precisão uma distância mínima de 500 mm. O aparelho deve ter uma precisão mínima de 1,0 mm.

Uma balança analítica com precisão de ±0,1g.

**39.3 Procedimento de teste**

**39.3.1 Condicionamento de amostras**  
Se as amostras forem coletadas no campo, elas devem ser armazenadas em uma sala climática por no mínimo 24 horas a 23+/-2°C.

**39.3.2 Amostragem – coleta de amostra do campo**  
Se houver amostras representativas do gramado tufado instalado, com tamanho mínimo de 500x500 mm, estas devem ser utilizadas para análise. Sempre que possível, deve-se obter mais de uma amostra. Se a localização do rolo de gramado do qual a amostra foi cortada for conhecida, essa informação deve ser registrada.

Se houver apenas uma amostra disponível, levante uma ponta da grama e faça as medições no verso. Levante uma segunda ponta de um rolo separado de grama e faça as medições no verso.

**39.3.3 Amostragem – coleta de uma amostra de um rolo de grama ou de uma amostra enviada ao laboratório para avaliação**  
Corte amostras representativas do gramado tufado a ser avaliado, com tamanho mínimo de 500x500 mm. As amostras individuais devem ser de rolos de gramado fabricados separadamente. Certifique-se de que cada amostra cortada esteja a, no mínimo, uma linha de tufo da orla do rolo de gramado.

**39.3.4 Procedimento para medição da massa por unidade de área**  
Para garantir precisão e repetibilidade, é importante que, sempre que a amostra estiver sendo preparada, as bordas sejam cortadas através do material de suporte com o mínimo de desfiamento e evitando cortar tufos.

Coloque a amostra sobre uma superfície plana. Posicione o dispositivo de medição ao longo de uma fileira de tufos perpendiculares à direção de fabricação, a aproximadamente 50 mm da borda do gramado. Alinhe o dispositivo de medição ao longo de uma série de tufos adjacentes.

Na direção da máquina, corte duas linhas paralelas de pelo menos 400 mm de comprimento. Os cortes do lado esquerdo e do lado direito devem ser feitos entre as linhas de tufo e não transversalmente a uma linha de tufo.

Perpendicularmente à direção da máquina, corte mais duas linhas paralelas com aproximadamente o mesmo comprimento que o corte na direção da máquina. Ambas as linhas devem ser cortadas entre os tufos, evitando cortar através de um tufo.

Observação: Se, devido ao número de tufos ao longo da amostra, isso for difícil de conseguir, remova os tufos imediatamente acima do ponto zero e imediatamente abaixo do comprimento do corte. Isso deve permitir um corte limpo através do suporte, evitando cortar os tufos.

Meça a largura e o comprimento do gramado em milímetros com precisão de 1 mm. Cinco leituras da largura devem ser feitas com distâncias aproximadamente iguais ao longo do comprimento. Cinco leituras do comprimento devem ser feitas com distâncias aproximadamente iguais ao longo do comprimento. Calcule a média das cinco medições da largura (w) e da média das cinco medições do comprimento.

medições (l).

Meça a massa (m) da amostra de grama em gramas com uma precisão de 0,1 g.

**39.4 Cálculo e expressão de resultados** Para cada conjunto de valores, calcule os valores individuais usando a seguinte equação:

Massa por unidade  
área (gm²)

=

m × 1000 × 1000

largura x l

Calcule o valor de cada amostra avaliada e registre-o. Expresse os resultados com uma casa decimal.

40. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS PARA MATERIAIS DE ENCHIMENTO POLIMÉRICOS (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-29)

Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs) são um grupo de substâncias químicas amplamente presentes em materiais naturais e artificiais, incluindo algumas borrachas e plásticos usados na fabricação de enchimentos para superfícies esportivas de grama sintética. A exposição prolongada a concentrações inaceitavelmente altas de HAPs pode ser prejudicial à saúde humana, sendo, portanto, importante que qualquer enchimento polimérico não contenha quantidades inaceitáveis de HAPs.

Para garantir a proteção adequada de jogadores, árbitros, instaladores e prestadores de serviços de manutenção, a União Europeia e outros países estão estabelecendo leis que limitarão o teor de HAP nos materiais de preenchimento. Como esses serão requisitos legais, o cumprimento será obrigatório nas regiões em que se aplicam.

Em países onde não há restrições legais, a FIFA recomenda que os limites da União Europeia, detalhados abaixo, sejam aplicados a todos os novos campos da FIFA que contenham enchimentos poliméricos.

Para evitar dúvidas, se a regulamentação nacional proíbe a venda de produtos de enchimento não conformes (teor de PAH (8) >20mg/kg), o teste de teor de PAH não é recomendado.

Quando campos contendo preenchimentos poliméricos forem testados pela primeira vez (ver Nota 3 na próxima página) para certificação de campo da FIFA, recomenda-se que o teste de campo também inclua um teste para verificar se o preenchimento instalado atende a esses requisitos. Caso seja solicitado um teste de verificação, este deve ser realizado da seguinte forma:

A amostragem do preenchimento deve ser realizada de acordo com a norma EN 17409 (Superfícies para áreas esportivas – Código de prática para amostragem de preenchimentos de desempenho usados em superfícies de grama sintética), incluindo a preparação das amostras de acordo com a cláusula 9 e o Apêndice A.

O teor de HAP das amostras deve ser determinado utilizando o método prescrito pela regulamentação nacional. Caso não exista regulamentação nacional, deve ser utilizado um dos seguintes métodos:

- AfPS 2019:01 PAK, publicado pelo Instituto Federal Alemão de Segurança e Saúde Ocupacional (este é prescrito na UE)
- ASTM F3496
- Qualquer outro método que tenha demonstrado fornecer resultados equivalentes aos acima

Requisitos do Regulamento REACH da União Europeia A soma do conteúdo dos oito HAPs listados abaixo deve ser ≤20,0mg/kg			
HAP	Número de registro CAS	HAP	Número de registro CAS
Benzo[a]pireno (BaP)	50-32-8	Benzo[b]fluoranteno (BbFA)	205-99-2
Benzo[e]pireno (BeP) C	192-97-2	Benzo[j]fluoranteno (BjFA)	205-82-3
Benzo[a]antraceno (BaA)	56-55-3	Benzo[k]fluoranteno (BkFA)	207-08-9
Chrysen (CHR)	218-01-9	Dibenzo [a, h] antraceno (DBAhA)	53-70-3

OBS:

1. Os testes para demonstrar a conformidade com este requisito devem ser realizados por um laboratório de testes independente credenciado pela ISO 17025 para o procedimento especificado.

2. O cumprimento deste requisito demonstra que o teor de HAP do enchimento polimérico utilizado na instalação da superfície do gramado de futebol estava de acordo com os limites estipulados pela Agência Europeia de Produtos Químicos. Esses requisitos visam proteger jogadores e árbitros da exposição a materiais que contêm níveis inaceitavelmente altos de HAP.

3. Durante a vida útil da superfície de jogo, será necessário aplicar um revestimento de cobertura com enchimento adicional. Em muitos casos, este não será fornecido pela empresa que construiu o campo. Além disso, o campo pode estar exposto a contaminantes localizados (poluição atmosférica, etc.) que podem alterar o teor de HAP da camada de enchimento. Portanto, o proprietário/operador do campo deve realizar verificações periódicas para garantir que o teor de HAP do enchimento no campo não exceda os limites recomendados.

41. DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE MIGRAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS – EN 71-3 (MÉTODO DE TESTE FIFA 2024-30)

Quando campos contendo preenchimentos forem testados pela primeira vez para a certificação de campo da FIFA, recomenda-se que o teste de campo também inclua um teste para verificar a possível migração de elementos químicos. Caso seja solicitado um teste de verificação, este deve ser realizado da seguinte forma:

A amostragem do preenchimento deve ser realizada de acordo com a norma EN 17409 (Superfícies para áreas esportivas – Código de prática para amostragem de preenchimentos de desempenho usados em superfícies de grama sintética), incluindo a preparação das amostras de acordo com a cláusula 9 e o Apêndice A.

A migração de determinados elementos de enchimento das amostras deve ser determinada utilizando o método prescrito pela regulamentação nacional. Caso não exista regulamentação nacional, a FIFA recomenda a utilização da futura norma prEN15330-5, que se refere à norma EN71-3: Segurança de brinquedos – Parte 3: Migração de determinados elementos.

Em países onde não há restrições legais, a FIFA recomenda que os limites da categoria 3 da norma EN71-3, detalhados na próxima página, sejam respeitados.

Elemento	Limite de migração		
	Categoria I (mg/kg)	Categoria 2 (mg/kg)	Categoria 3 (mg/kg)
Alumínio	5.625	1.406	70.000
Antimônio	5	11.3	560
Arsênico	3.8	0,9	47
Bário	1.500	375	18.750
Boro	1.200	300	15.000
Cádmio	1.3	0,3	17
Cromo (III)	37,5	9.4	460
Cromo (VI)	0,02	0,005	0,2
Cobalto	10,5	2.6	130
Cobre	622,5	156	7.700
Liderar	13,5	3.4	160
Manganês	1.200	300	15.000
Mercurío	7,5	1.9	94
Níquel	75	18,8	930
Selênio	37,5	9.4	460
Estrôncio	4.500	1.125	56.000
Estanho	15.000	3.750	180.000
Estanho orgânico	0,9	0,2	12
Zinco	3.750	938	46.000

42. MINIMIZAÇÃO DA MIGRAÇÃO DE ENCHIMENTO PARA O AMBIENTE – PROJETO DE CAMPO (MÉTODO DE TESTE 31 DA FIFA)

Os enchimentos poliméricos utilizados em muitas superfícies esportivas de grama sintética foram identificados como uma fonte potencial de contaminação ambiental, caso migrem do campo para o terreno circundante. Portanto, é importante que o projeto de qualquer campo de futebol com grama sintética que possua tais enchimentos incorpore características que minimizem o risco de que isso ocorra.

Com base nas recomendações do rascunho do Relatório Técnico do CEN (Comitê Europeu de Normalização): Superfícies para áreas esportivas — Superfícies esportivas de grama sintética: controle da migração de preenchimento para ajudar a minimizar a contaminação ambiental, todos os campos de grama sintética de futebol que incorporam preenchimentos poliméricos devem considerar as seguintes características de projeto.

42.1 Filtros de drenagem

Para minimizar o risco de o enchimento ser transportado pelas águas pluviais para o ambiente aquático, todos os drenos ao redor ou próximos ao campo de grama sintética devem incluir coletores de lodo para capturar qualquer enchimento que seja arrastado para o sistema de drenagem. Estes devem normalmente incluir um balde filtrante que oferece filtragem primária (removendo os lodos mais pesados) e um microfiltro fino secundário que captura quaisquer partículas pequenas restantes. Tanto o balde filtrante quanto o microfiltro fino secundário devem ser facilmente removíveis para limpeza/substituição.

42.2 Cercas perimetrais/barreiras de contenção de margens

Ver Figura 64: painéis de vedação usados quando a superfície de relva sintética é colocada junto a uma vedação e Figura 65: opções de bordas elevadas e zona pavimentada para separar a superfície de grama sintética do limite do perímetro para exemplos típicos de cercas e detalhes descritos abaixo.

Se um campo for cercado por uma cerca não sólida (por exemplo, de malha), ela deve incorporar alguma forma de barreira física para evitar que o preenchimento saia do campo.

Várias barreiras de borda diferentes provaram ser bem-sucedidas, incluindo as seguintes:

- Painéis de 0,5 m ou mais. Podem ser feitos de alvenaria, madeira, extrusões de plástico rígido, metal ou outros materiais.
- Uma combinação de uma área pavimentada e 200 mm de tábuas de madeira ou plástico, montadas no sistema de cerca de modo que fiquem niveladas com o solo e não permitam que o enchimento migre para baixo delas.

Se forem utilizadas tábuas de madeira tanalizada, recomenda-se que sejam madeira macia impregnada sob pressão a vácuo, de acordo com a classe 4 da norma EN 335.

- Bordas ou meios-fios elevados de concreto pré-moldado (com altura mínima de 200 mm) localizados dentro e adjacentes à linha da cerca.

- Base/meio-fio de concreto moldado (mínimo de 200 mm de altura) na qual a cerca do perímetro é montada nivelada.

Se a borda do perímetro tiver menos de 500 mm de altura, existe a possibilidade de o enchimento ser levantado sobre a borda durante jogos e manutenções de rotina. Para minimizar o risco de que isso ocorra, uma margem pavimentada (asfalto, concreto, lajes de pavimentação, etc.) (com largura mínima de 500 mm) deve ser posicionada entre a superfície de grama sintética e a linha da cerca. Isso deve ser projetado para permitir que a equipe de campo colete qualquer enchimento disperso que tenha se espalhado para as laterais do campo e o coloque de volta na área de jogo antes que ele saia das instalações. Deve ser projetado para evitar juntas de construção e outras características onde o enchimento possa se acumular.

Se for necessário usar uma ranhura ou ralo de drenagem para capturar a água que cai na margem pavimentada, eles devem ser equipados com coletores de sedimento para capturar o aterro que está sendo levado para o sistema de drenagem.

Figura 64: painéis de vedação usados quando a superfície de relva sintética é colocada junto a uma cerca

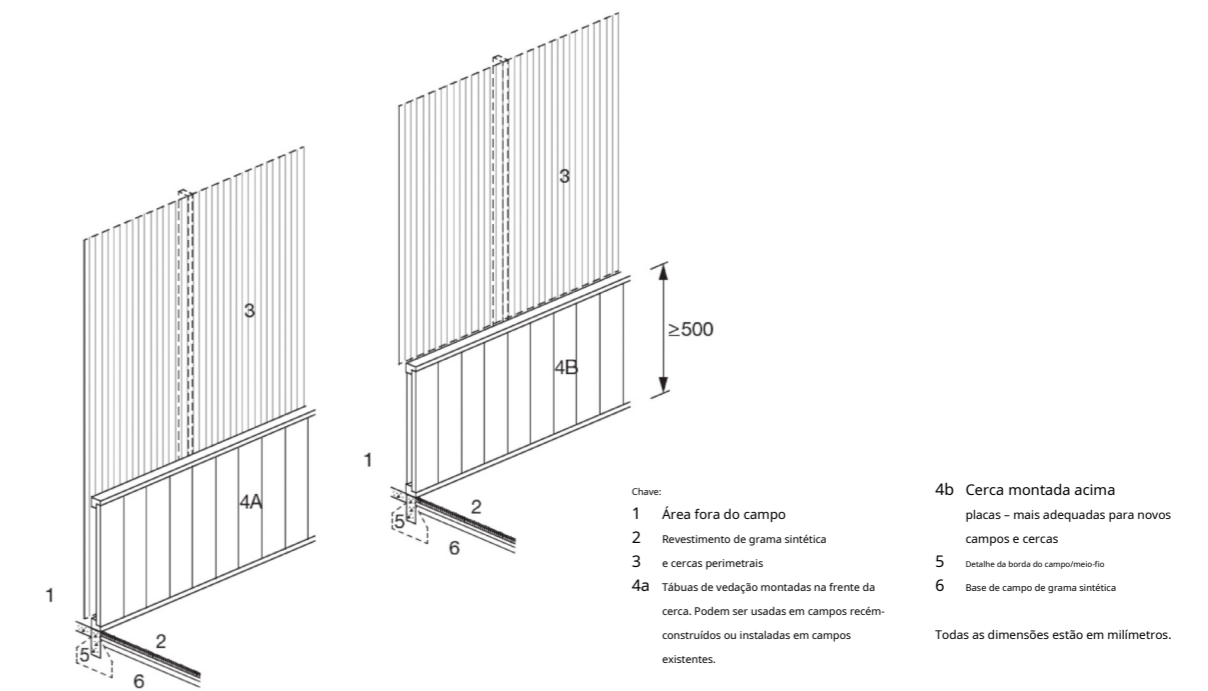
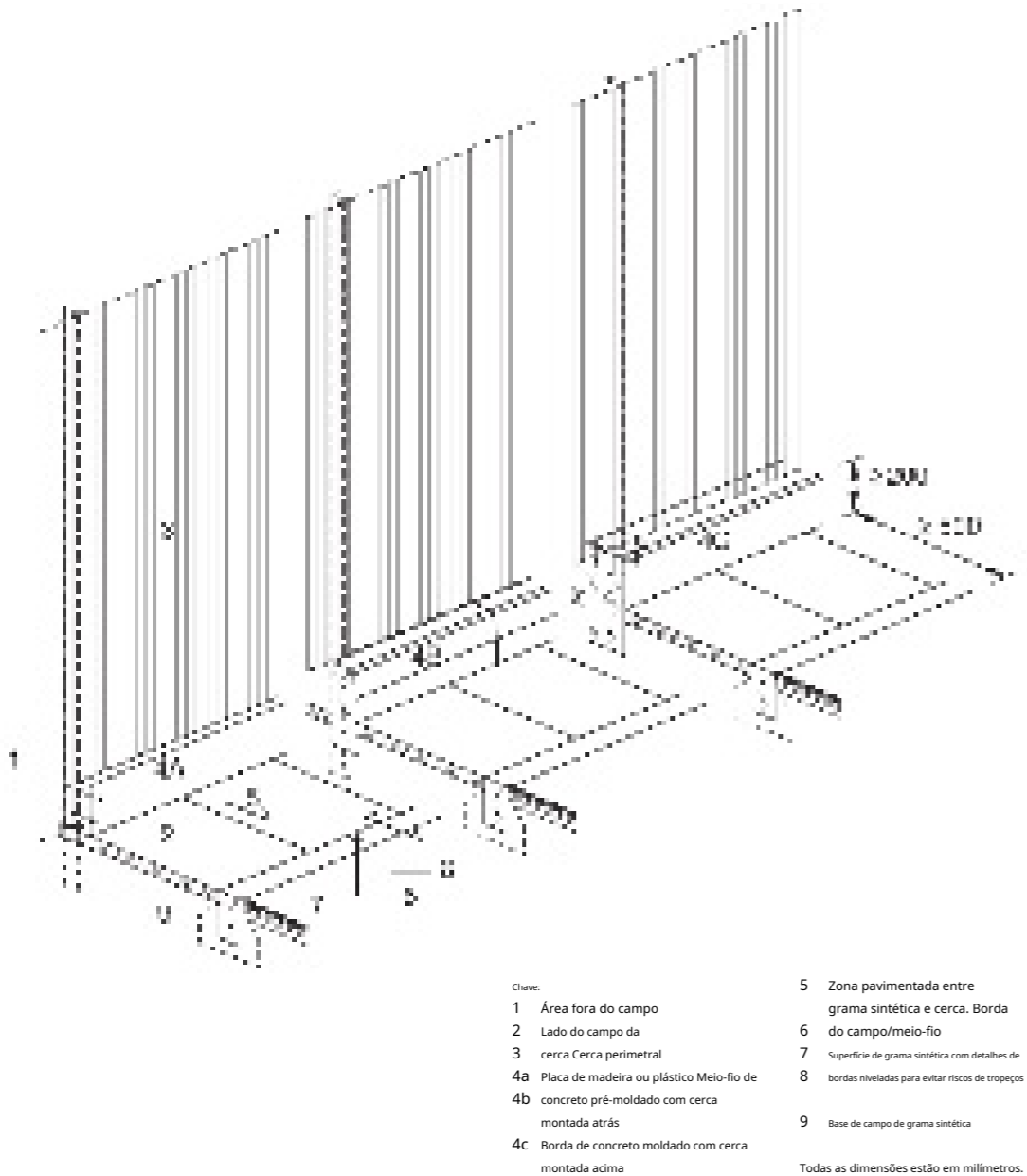


Figura 65: opções de bordas elevadas e zona pavimentada para separar a superfície de grama sintética do limite do perímetro



42.3 Pontos de acesso

Grades/raspadeiras para limpeza de botas devem ser instaladas em todas as entradas (simples e duplas) do campo. Elas podem incluir:

- grelhas de descontaminação industrial de barras lisas;
- tapetes raspadores de borracha de alta resistência; ou
- tapetes de perfil alveolar de alta resistência.

As grades de limpeza/raspadores devem ter a largura total do portão de entrada e pelo menos 1,5 m de comprimento para que as pessoas não possam passar por cima delas. Devem ser posicionados imediatamente adjacentes aos portões de entrada, seja internamente, quando localizados em uma área pavimentada/para espectadores, ou externamente, quando a superfície de grama sintética for instalada na cerca do perímetro.

Os tapetes devem ser colocados em bases de concreto rebaixadas que conterão qualquer enchimento ou outros detritos retirados do campo pelos calçados ou equipamentos de manutenção dos jogadores e árbitros, etc. Para evitar que as bases se encham de água, elas devem conter um dreno adequadamente projetado e equipado com um coletor de lodo para capturar o enchimento.

Todo o trabalho em metal deve ser galvanizado a quente de acordo com a norma EN ISO 1461, e deve-se tomar cuidado para garantir que não haja arestas vivas após a galvanização.

Exemplos típicos de grelha de descontaminação/limpeza de botas

Figura 66: grelha de descontaminação/limpeza de botas (localizada fora de todas as entradas) eFigura 67: grelha de descontaminação/limpeza de botas – configuração alternativa

Figura 66: grelha de descontaminação/limpeza de botas (localizada do lado de fora de todas as entradas)

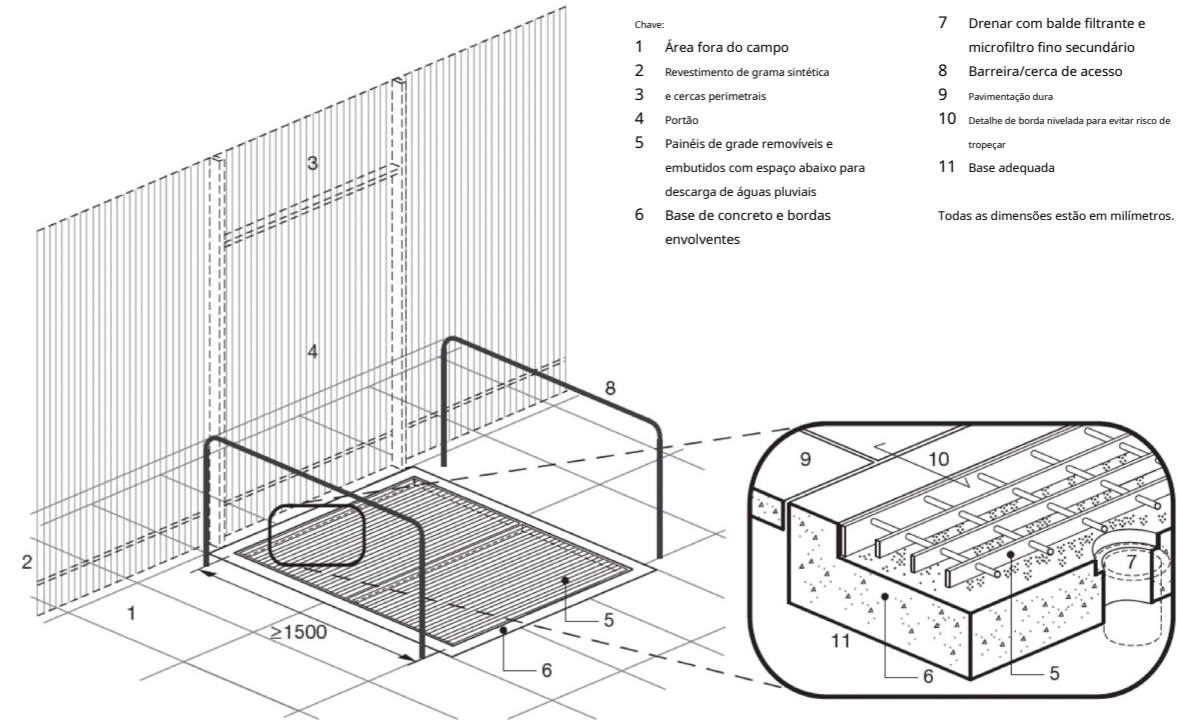
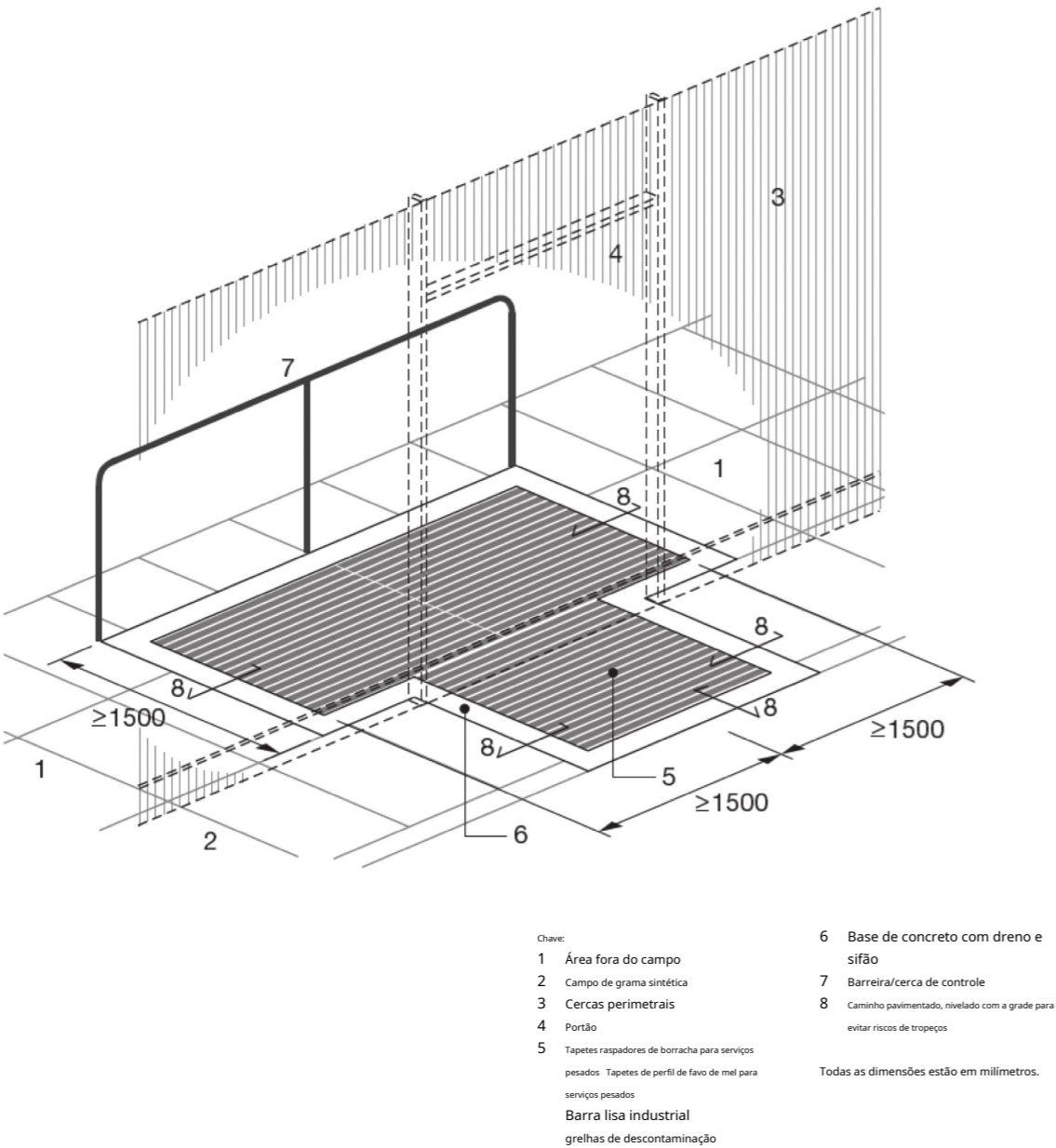


Figura 67: grelha de descontaminação/limpeza de porta-malas – configuração alternativa



42.4 Estações de limpeza de botas

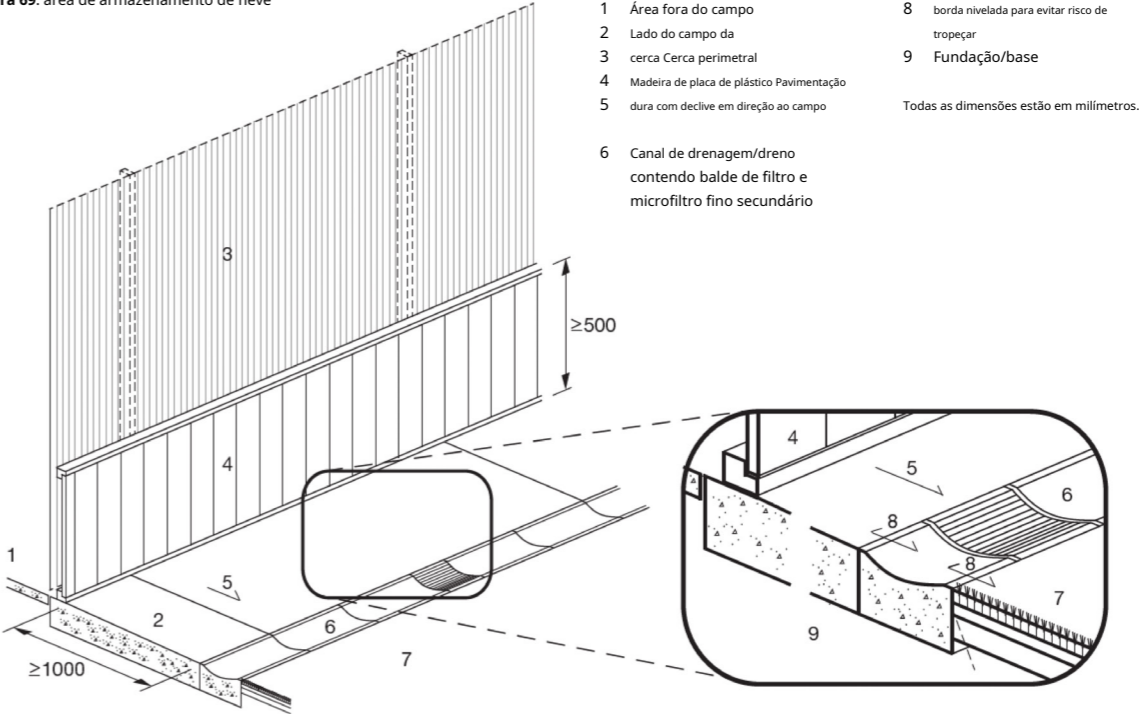
Estações de limpeza de botas para várias pessoas, com sinalização adequada incentivando os jogadores e árbitros a usá-las, devem estar localizadas nos principais pontos de saída do campo.

Se montada fora do campo de grama sintética, a estação de limpeza de botas deve ser posicionada sobre uma área pavimentada dura que tenha um projeto adequado para conter o enchimento e os drenos desalojados de acordo com 42.2: Cercas perimetrais/barreiras de contenção de margens.

42,5 Limpeza de neve

Em climas onde pode haver queda de neve pesada, o campo deve conter uma área pavimentada ou uma área de grama sintética estendida, projetada para garantir que a neve derretida seja drenada de volta para o campo principal, ou para drenos adequadamente projetados que tenham armadilhas de lodo apropriadas para capturar qualquer enchimento que esteja sendo levado pela água.

Figura 69: área de armazenamento de neve



# Apêndices

## APÊNDICE I: LISPORT XL – PROCEDIMENTO DE PREPARAÇÃO DE AMOSTRA

O procedimento a seguir descreve como uma amostra de grama sintética de futebol precisa ser preparada quando exposta ao Lisport XL:

1. Passe a amostra na direção contrária à da tufagem para levantar as fibras usando um ancinho duro.

2. Espalhe a areia uniformemente com um espalhador:

a. Ajuste a distribuição de areia com um ancinho rígido.

b. Garanta uma distribuição uniforme medindo a profundidade do preenchimento usando uma sonda de profundidade (penetração forçada).

3. Adicione o preenchimento de desempenho (com o espalhador):

a. Ajuste a distribuição do preenchimento com um ancinho rígido ou macio.

b. Garanta uma distribuição uniforme (dentro de 10% da declaração do produto) medindo a profundidade de preenchimento usando uma sonda de profundidade (penetração suave) e um prisma (três leituras por metro quadrado).

4. Rebote da bola

a. Faça cinco medições na diagonal da amostra.

5. Execute cinco ciclos de condicionamento no Lisport XL.

6. Rebote da bola

a. Faça cinco medições na diagonal da amostra.

7. Lisport XL: 6.000 ciclos

a. Manutenção a cada 500 ciclos (250 ciclos para materiais de enchimento vegetal)

i. Desconsolidar o preenchimento de desempenho usando um ancinho duro (não desconsolidar o preenchimento de areia).

ii. Adicione o preenchimento de desempenho deslocado e redistribua uniformemente na amostra usando um espalhador.

iii. Use um ancinho duro para distribuir o preenchimento uniformemente e finalize com um pincel.

iv. Garantir uma distribuição uniforme (dentro de 10% da declaração do produto) medindo a profundidade de enchimento usando uma sonda de profundidade (penetração suave) e um prisma (três leituras por metro quadrado).

b. Manutenção após 6.000 ciclos

i. Desconsolidar o preenchimento de desempenho usando um ancinho duro (não desconsolidar o preenchimento de areia).

ii. Adicione o preenchimento de desempenho deslocado e redistribua uniformemente na amostra usando um espalhador.

iii. Use um ancinho duro para distribuir o preenchimento uniformemente e finalize com um pincel.

iv. Garantir uma distribuição uniforme (dentro de 10% da declaração do produto) medindo a profundidade de enchimento usando uma sonda de profundidade (penetração suave) e um prisma (três leituras por metro quadrado).

8. Execute cinco ciclos de condicionamento no Lisport XL.

9. Realizar os testes necessários após o Lisport XL (rolagem reduzida da bola (seca/molhada), rebote da bola, atleta artificial avançado, resistência rotacional, atrito e abrasão da superfície e qualquer outro teste necessário).

# APÊNDICE II: DETERMINAÇÃO DO EXCESSO DE ÓLEO DE CENTRIFUGAÇÃO EM FIBRAS DE GRAMA SINTÉTICA (NÃO OBRIGATÓRIO)

## 42.6 Escopo

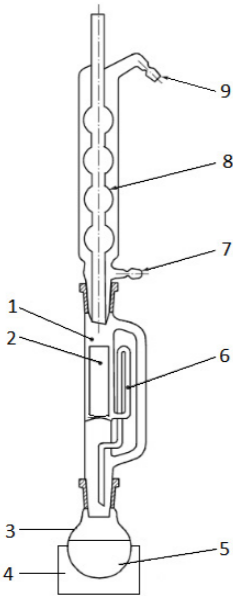
Este método descreve como determinar a presença de excesso de óleo de fiação, também conhecido como acabamento de fiação, em fibras de grama sintética.

## 42.7 Aparelho de teste

### 42.7.1 Geral

Aparelho de extração Soxhlet

Figura 1: Extrator Soxhlet



- Chave:
- 1. Um extrator Soxhlet com um volume de 150ml
  - 2. Dedais de extração de celulose Soxhlet
  - 3. Um balão de fundo redondo com capacidade mínima de 200ml
  - 4. Um dispositivo de aquecimento
  - 5. Isopropanol pa
  - 6. Um sifão
  - 7. Entrada de água fria do condensador
  - 8. Um condensador
  - 9. Saída do condensador
  - 10. Um forno ventilado
  - 11. Uma balança analítica capaz de pesar com precisão de 1 mg
  - 12. Rotavapor com banho de aquecimento
  - 13. Um dessecador com gel de sílica
  - 14. Balões de pesagem

NB: Um sistema automatizado para extração de Soxhlet pode ser usado como alternativa.

## 42.8 Procedimento de teste

Seque o balão de fundo redondo por no mínimo quatro horas em uma estufa a 105 ± 3 °C. Deixe esfriar em um dessecador por duas horas.

Pese-o na balança analítica, isto é m<sub>2</sub>.

Transfira aproximadamente 5 g de fibra para o dedal de extração e coloque-o no extrator Soxhlet, conforme mostrado na Figura 1.

Encha o balão de fundo redondo com isopropanol e conecte-o ao extrator Soxhlet. Conecte o condensador ao extrator Soxhlet e abra a entrada de água (posição 7).

Regule a temperatura do aparelho de extração para obter dois ciclos de extração de dez minutos.

OBS: Recomenda-se realizar um pré-teste para determinar a temperatura de aquecimento do dispositivo de aquecimento para atingir esse número de ciclos de extração.

Deixe o solvente refluir através da amostra por 20 minutos, o que equivale a dois ciclos de extração.

Retire o dedal de extração com o fio do aparelho.

Deixe a maior parte do solvente evaporar e evapore o restante do solvente em um rotavapor.

Seque o balão de fundo redondo em uma estufa a 105 ± 3 °C por uma hora. Deixe esfriar por pelo menos uma hora em um dessecador.

Pesar o balão de fundo redondo seco e frio em uma balança analítica (m<sub>3</sub>).

Retire o fio do dedal de extração e coloque-o em um balão de pesagem. Deixe secar em uma estufa por pelo menos quatro horas e não mais que 16 horas a 105 ± 3 °C. Deixe esfriar em um dessecador por no mínimo duas horas.

Pese-os na balança analítica, isto é m<sub>d</sub>.

## 42.9 Cálculo de resultados

A porcentagem de óleo de fiação no fio é dada por:

$$\frac{m_3 - m_2}{m_d} \times 100\%$$

Onde:

m<sub>2</sub> = massa do balão de fundo redondo vazio em gramas

m<sub>3</sub> = massa do balão de fundo redondo com resíduo em gramas

m<sub>d</sub> = massa seca do fio após extração com solvente em gramas



**FIFA®**