



REGULAMENTAÇÃO EM PAVIMENTOS PARA USO INDUSTRIAL

Breve síntese das normas aplicáveis

Regulamentação em pavimentos para uso industrial

Para responder às necessidades da indústria, **cada vez mais empresas investem na oferta de serviços especializados de engenharia civil aplicados à concepção e execução de pavimentos para uso industrial.**

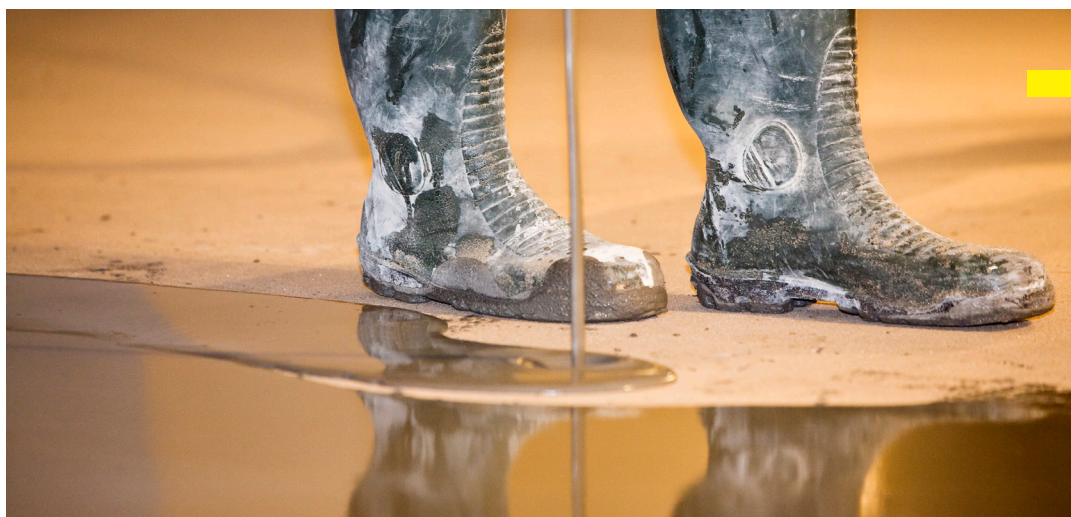
No entanto, esta atividade representa um enorme desafio para os intervenientes, dada a existência limitada de legislação nacional que regule este tipo de obra ao longo do processo de execução e para os vários materiais utilizados. A normalização nacional em vigor não abrange todos os componentes que poderão compor um pavimento industrial.



Normas nacionais aplicáveis aos pavimentos térreos industriais

A nível nacional, a regulamentação existente é sobretudo direccionada para a execução das estruturas e do betão. Encontramos ainda documentação normativa sobre o estudo do terreno. Em termos do dimensionamento, as normas são específicas para as estruturas, nomeadamente para projetos em estruturas de betão. Existe ainda alguma documentação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) com especificações para requisitos prescritivos ou de desempenho no tempo de vida útil das estruturas de betão. Esta documentação une parte das normas existentes e a regulamentação dedicada à execução, para que se cumpram os requisitos do projetista.

Mesmo na regulamentação nacional direccionada para os materiais, o foco é sempre na execução de betão com especificações, desempenho, produção, conformidade e constituintes. **Já a nível internacional existem normas dedicadas para a execução de betonilhas, como é o caso da norma BS EN 13813:2002.**



Além da legislação referida, existem dois documentos técnicos europeus que, não fazendo parte da regulamentação nacional, podem ser utilizados para ter em conta os requisitos necessários para o correto dimensionamento e execução de pavimentos, assim como para o seu uso — o TR 34 e o Guide Technique n.º 3577 de janeiro de 2010 do CSTB.

Normalização global associada a pavimentos industriais

Normas e documentação técnica sobre Pavimentos Têrreos Industriais

Normalização e Especificação Técnica Europeia e Nacional

NP EN 1997 - 1:2010 | Projeto Geotérmico

NP EN 1990:2009. EUROCÓDIGO | Base para o projeto de estruturas

NP EN 1991-1-1:2009 PARTE 1-1. EUROCÓDIGO 1 | Ações gerais

NP EN 1992-1-1. EUROCÓDIGO 2 | Projeto de estruturas de betão

NP EN 206:2013 + A1. BETÃO

NP EN 12350 | Parâmetros das especificações de betão fresco

NP EN 12390 | Controlo de requisitos do betão endurecido

NP EN 12504 | Ensaios a realizar nas estruturas de betão

EN 10080:2005 | Desempenho do aço de reforço soldável para o reforço de betão

NP EN 14889:2008 | Fibras para betão

NP EN 1845-1:2008 | Método de ensaio de fibras no betão. Parte 1 - Betões de referência

NP EN 14845-2:2008 | Método de ensaio de fibras no betão. Parte 2 - Influência sobre a resistência

NP EN 14488-5:2008 | Ensaio de betão. Parte 5 - Determinação da capacidade de absorção de energia de provetes de lajes reforçadas com fibras

NP EN 14488-7:2008 | Ensaio de betão. Parte 7 - Dosagem de fibras no reforço com fibras

LNEC E 464 | Requisitos prescritivos de estruturas de betão

LNEC E 465 | Requisitos de desempenho na vida útil de estruturas de betão

NP EN 13670:2011 | Execução de estruturas de betão

NP EN 13877:2009 | Pavimentos de betão

Normalização Internacional

BS 6399-1:1996 | Loading for buildings - Part 1

BS EN 13318:2000 | Screed material and floor screeds: Definitions

BS EN 13813:2002 | Screed material and floor screeds: Properties and requirements

BS 8204:2003 | Screeds, bases and in situ floorings

BS EN 13892:2002 | Methods of test for screed materials

NF P11 213 | Dallages: Conception, calcul et exécution

Doc. Técnicos Internacionais

TR 34 | Concrete Industrial Ground Floors: A guide to design and construction

Cahier du Guide Technique CSTB n.º 3577

Tabela 1: Quadro resumo de normalização global associada a pavimentos industriais.



TR 34 | Concrete Industrial Ground Floors

No documento técnico TR34 - Concrete Industrial Ground Floors, editado pela organização inglesa The Concrete Society, há referências às normas dedicadas às betonilhas (BS EN 13318:2000 e BS EN 13813:2002 - Screed material and floor screeds), que oferecem informação sobre os requisitos para os materiais constituintes de betonilhas de nivelamento, assim como sobre as propriedades desses materiais. É também feita referência à norma britânica BS EN 6399 - Loading for buildings, que fornece valores recomendados para cargas permanentes em novos edifícios e novas estruturas, em particular para pavimentos industriais (Tabela 2). Refere ainda a norma BS 8204, que regulamenta as bases para receber pavimentos térreos, e a norma EN 13892, que especifica métodos de ensaios a realizar nos materiais constituintes das betonilhas. Esta última é muito importante e utilizada na construção de pavimentos térreos, com especial enfoque nos ensaios, nomeadamente os que determinam a resistência à abrasão, dureza superficial do pavimento e resistência da superfície ao rolamento.

Tabela 2: Cargas mínimas a considerar em pavimentos de acordo com BS EN 6399.

Tipo atividade/ocupação para parte do edifício ou estrutura	Exemplos específicos de uso	Cargas uniformemente distribuídas kN/m ²	Cargas concentradas (kN)
B Escritórios e áreas de trabalho não cobertas por outras normas	Locais de trabalho (indústria ligeira) sem armazenamento	2.5	1.8
	Cozinhas, lavandarias e laboratórios	3.0	4.5
	Salas de máquinas e espaços de circulação adjacentes	4.0	4.5
	Fábricas, oficinas e edifícios similares (indústria geral)	5.0	4.5
	Fundições	20.0	A determinar mediante uso específico
E Armazéns e áreas de depósito. Áreas de acumulação de bens. Áreas para equipamentos e instalações	Armazéns gerais sem especificação	2.0	1.8
	Salas de arquivo, depósito e espaços de armazenamento	5.0	4.5
	Espaços de armazenamento de papel em blocos	4.0/m de altura	9.0
	Armazéns de frescos	5.0/m de altura com um mínimo de 15.0	9.0

Referência Bibliográfica nº 4 - Pavimentos Térreos Industriais Submetidos a Cargas Elevadas

Cahier du Guide Technique n.º 3577 do CSTB

O documento de origem francesa, produzido pelo Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Cahier du Guide Technique n.º 3577 de janeiro de 2010, aplica-se a instalações de uso industrial caracterizado pela predominância de tensões mecânicas e químicas severas, independentemente da natureza do revestimento do piso ou da camada de desgaste.

Entre a tipologia de instalações às quais o documento é aplicável, estão armazéns e locais de armazenamento, oficinas de produção industrial mecânica, agroalimentar, química, farmacêutica, eletrônica, hangares aeronáuticos, edifícios agrícolas, gráficas, etc.

Neste documento distinguem-se dois casos particulares:

- camadas de desgaste incorporadas no betão fresco;
- revestimentos adicionados (aderentes ou destacados) em betão endurecido.



De acordo com este caderno técnico, deve realizar-se uma análise sistemática dos processos ocorridos nas instalações de implementação, bem como uma definição rigorosa dos requisitos impostos pela tipologia de utilização. O objetivo é atribuir uma classificação funcional, predefinindo os requisitos relativamente às ações mecânicas e químicas a que o pavimento estará sujeito, **permitindo assim selecionar o tipo de betonilha mais adequado para cada pavimento e tipo de uso.**

Uma vez que normativamente nenhuma classificação foi definida para as betonilhas que servem como revestimento final ou enchimento, o CSTB definiu **dois tipos de classificação para o revestimento de pavimentos:**

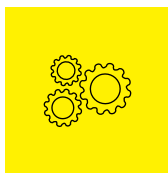
- A Classificação I/MC, que se aplica a locais de uso industrial;
- A Classificação UPEC, que se aplica a locais de uso coletivo não industrial (habitações, ginásios, hospitais, lojas, etc.) e que está essencialmente associada a revestimentos cerâmicos.



A Classificação I/MC - Pavimentos Industriais

A adequação para o uso de um pavimento num determinado local resulta numa Classificação P/MC de produto que terá, no mínimo, de acompanhar a Classificação I/MC do local de implementação subdividida em duas sub-classificações:

- Classificação I/M_{ipru} – determinação dos níveis de **solicitações mecânicas**
- Classificação I/C_{abs} – determinação dos níveis de **solicitações químicas**



Solicitações mecânicas

No caso das solicitações mecânicas, cada solicitação é caracterizada por um índice que varia entre os níveis 1 e 4:

■ Nível 1

Corresponde a um grau de agressão qualificado como **fraco**.

■ Nível 2

Tem um grau de agressão qualificado como **moderado**.

■ Nível 3

Tem um grau de agressão qualificado como **forte**.

■ Nível 4

Tem um grau de agressão qualificado como **significativo**.



O CSTB definiu a
CLASSIFICAÇÃO
I/MC para os
revestimentos
de pavimentos
aplicados em locais
de uso industrial.

Os índices são **caraterizados pelas letras i, p, r, u** correspondendo a:

i - Choque ou impacto

Queda de ferramentas ou outros objetos: tenciona a camada de desgaste podendo chegar à degradação com formação de afundamentos e ocorrência de fissuração. Afecta também a aderência com potencial risco de ocorrência de descolamento.

Método de ensaio: esfera de aço (15 a 35 quedas consecutivas).

Nível 1 (i=1)	Nível 2 (i=2)	Nível 3 (i=3)	Nível 4 (i=4)
Leve e raro	Energia reduzida e ocasional	Energia média e normal	Energia elevada e frequente

p - Punçoamento

Pé de estantes: referente a cargas uniformemente distribuídas (para as quais cabe ao trabalho estrutural justificar o dimensionamento), mas também a cargas estáticas isoladas. Estas devem ser caracterizadas com base na carga máxima por suporte, na pressão de contacto exercida sobre o revestimento e na sua duração.

Método de ensaio: medição da penetração sob carga, antes e depois de ataque químico.

Nível 1 (p=1)	Nível 2 (p=2)	Nível 3 (p=3)	Nível 4 (p=4)
CARGA POR APOIO			
< 10 kN	< 20 kN	< 40 kN	> 40 kN
PRESSÃO DE CONTACTO			
< 5 MPa		< 10 MPa	

r - Arrancamento

Pelo arrastamento dos garfos de um empilhador: gerado pelo movimento no pavimento, sem rolar, de uma carga que provoca desgaste por arranhões, sendo principalmente influenciado pela natureza do material que entra em contacto com pavimento, pressão de contacto e frequência deste.

Método de ensaio: medição da tensão aplicada num prego de forma a provocar a remoção de material e sua perfuração.

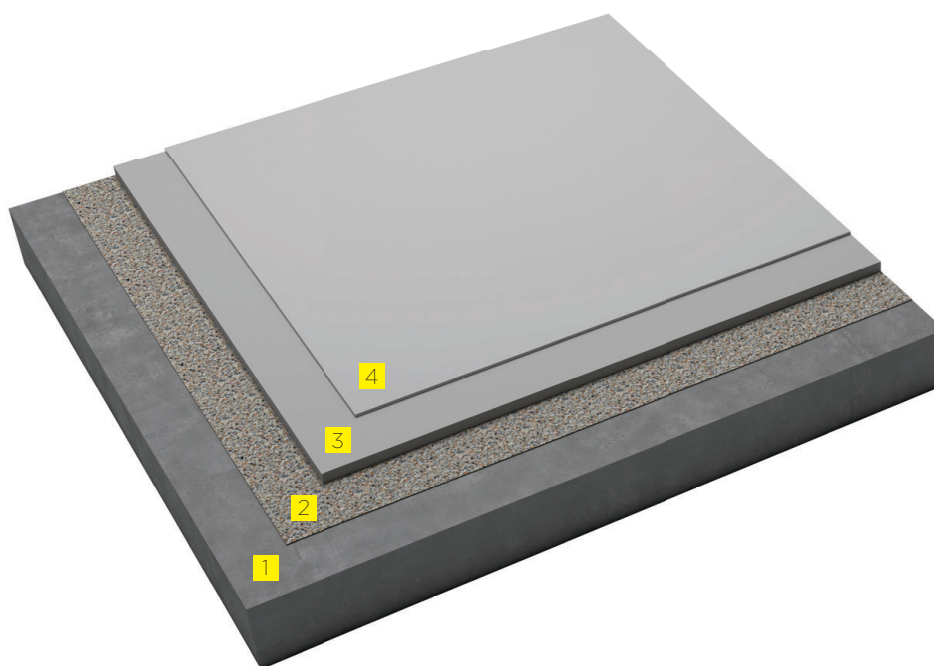
Nível 1 (r=1)	Nível 2 (r=2)	Nível 3 (r=3)	Nível 4 (r=4)
NÍVEL DE RISCO DE APARÊNCIA			
Excepcional	Ocasional	Normal	Significativo
Sem atrito	Material macio		Material metálico

u - Desgaste por rolamento

Circulação de veículos: cargas rolantes têm ação no solo quando estacionárias (carga estática isolada) e em movimento (aumento da carga por roda com velocidade) com possíveis efeitos como afundamento, fluência ou sulco, desgaste durante a passagem repetida de maquinaria. A fim de avaliar a intensidade do desgaste por rolamento é particularmente importante considerar a carga máxima por roda, a pressão de contacto máxima exercida pela roda no solo e a frequência do tráfego.

Método de teste: roda de aço carregada sujeita aos efeitos da aceleração, travagem brusca e derrapagem.

Nível 1 (u=1)		Nível 2 (u=2)		Nível 3 (u=3)		Nível 4 (u=4)		
NATUREZA DOS PNEUS								
Duros	Pneumáticos	Duros	Pneumáticos	Duros	Pneumáticos	Duros	Pneumáticos	Metálicos
FREQUÊNCIA								
Média	Elevada		Elevada		Elevada		A definir	



1. Suporte | Betão
2. Primário | weberfloor epoxi primer / weberfloor filler XS
3. Revestimento | weberfloor epoxi / weberfloor filler XS
4. Selagem | weberfloor PU coat

Sistema weberfloor epoxi level



Solicitações químicas

No que respeita às solicitações químicas, os principais parâmetros a ter em conta são a natureza do produto e a sua concentração, a frequência de contacto com o pavimento e o tempo de contacto com o mesmo.

Relativamente à natureza do produto, estão classificados três níveis distintos de agressão química:

a - para ácidos

b - para bases

s - solventes

Existe uma predefinição tabelada para estes índices que contempla a natureza dos produtos, assim como o seu grau de concentração no caso dos ácidos e das bases:

a1	a2	b1	b2	
Ácido acético a 10%	Ácido sulfúrico a 20%	Soda cáustica	Aminas (produtos desinfetantes)	
s1	s2	s3	s4	s5
Metanol	Tricloroetileno	Gasolina	Óleo de motor	Líquido de travões

Para a frequência e duração do contacto existem quatro níveis definidos:

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
FREQUÊNCIA DE CONTACTO			
Acidental	Ocasional	Frequente	Muito frequente
DURAÇÃO DE CONTACTO			
Baixo	Moderado	Prolongado	Quase permanente



O CSTB definiu a **CLASSIFICAÇÃO UPEC** para os revestimentos de pavimentos aplicados a locais de uso coletivo não industrial (habitações, ginásios, hospitais, etc).

A Classificação UPEC - Pavimentos Não Industriais

A Classificação UPEC, definida também pelo Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), é complementar à Classificação I/MC. Está orientada para a aplicação de novos revestimentos de pavimentos não industriais, atribuindo ao pavimento e/ou revestimento uma classificação em função das suas características de durabilidade e da tipologia de utilização.

No âmbito da tipologia de espaços abrangidos pela Classificação UPEC estão os pavimentos em edifícios residenciais, administrativos, comerciais, hoteleiros, educacionais, hospitalares, serviços relativos a transportes (estações, aeroportos) e lares de idosos, entre outros. Após classificar estes locais de acordo com as condições de uso e a severidade a que estarão sujeitos em serviço, escolhe-se o pavimento ou revestimento com uma Classificação UPEC adequada e correspondente à do local. Assim, **entende-se que a Classificação UPEC caracteriza os locais pela severidade do uso em serviço e os produtos pela resistência aos agentes de deterioração em função do uso.**



Tal como na Classificação I/MC, também aqui temos fatores de análise afetados por índices relativos aos diferentes níveis de severidade associados. Na Classificação UPEC também as letras correspondem a classes de acordo com os fatores analisados:

U - Classe de desgaste

Está relacionada com o desgaste pelo efeito do tráfego pedonal e pela abrasão em função da utilização. Nesta classe são atribuídos os índices 2, 3 ou 4. O índice 1 não é usado, já que corresponde a uma utilização muito moderada sem impacto relevante.

P - Classe de punçamento

Reflete essencialmente a ação mecânica do mobiliário, o impacto da queda de objetos e a manipulação de viaturas de manutenção. Divide-se em cinco índices conforme a tabela abaixo.

P1	Locais sem permanência de pessoas e sem instalação de mobiliário
P2	Locais com circulação pedonal, com previsão de instalação corrente e sem precauções de mobiliário fixo (pressão transmitida ao revestimento inferior a 2MPa) ou mobiliário móvel leve equivalente ao habitacional (Ex.: Pavimentos interiores das habitações)
P3	Locais com circulação e ações de utilização comparáveis com escritórios ou hospitais (presença de cadeiras de rodas ou, no limite, porta-paletes normais. (Ex.: Pavimentos exteriores de habitações e pavimentos de escritórios)
P4 e P4s	Locais não industriais sujeitos a todo o tipo de cargas fixas ou móveis, manipulação de equipamentos de cargas pesadas, manutenção de equipamentos pesados e também submetidos a choques severos (Ex.: Pavimentos de hipermercados, cozinhas, laboratórios, espaços escolares)

E - Classe de comportamento sob ação de água ou humidade

Carateriza a frequência da presença de água no pavimento estando relacionado também com questões de manutenção. A classe está dividida em três níveis:

E1	Locais com presença ocasional de água geralmente relacionada com questões de limpeza de rotina
E2	Locais com presença de água frequente mas não sistemática. Presença relacionada com o uso do local mas também com limpeza e manutenção por lavagem (cozinhas e casas de banho)
E3	Locais com presença prolongada de água

C – Classe de atuação dos agentes químicos

Carateriza o uso de substâncias cuja ação física e química pode afetar a durabilidade do pavimento originando a sua deterioração e provocando, por exemplo, descoloração ou manchas. Por norma trata-se de instalações com manipulação e contacto com produtos com ação química, como produtos alimentares, farmacêuticos, detergentes, etc. A classe subdivide-se em quatro níveis.

■ C0	Locais com ausência de produtos com ação química
■ C1	Locais com contacto acidental com produtos com ação química (Ex.: restaurantes)
■ C2	Locais com contacto usual com produtos com ação química (Ex.: cozinhas)
■ C3	Locais e instalações onde determinados produtos químicos são normalmente utilizados requerendo um estudo específico

Bibliografia



- 1 ■ Guia de soluções de pavimentos Weber França "Weber Sols 2016" [Online]
https://www.fr.weber/files/fr/2017-11/weber_Sols_2016.pdf
- 2 ■ E-Cahier du CSTB n.º 3577, "Guide Technique - Sols à usage industriel", CSTB, 2007
- 3 ■ Barros, Rui Nuno Almeida de Sá (2012). "Betonilhas para o Revestimento de Pavimentos". Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Braga.
- 4 ■ Pinto Ribeiro, Ricardo M., Dissertação de Mestrado "Pavimentos Têrreos Industriais Submetidos a Cargas Elevadas", ISEP, 2016

WEBER CARE ABOUT PEOPLE AND THEIR ENVIRONMENT

REGULAMENTAÇÃO EM PAVIMENTOS PARA USO INDUSTRIAL

SAINT GOBAIN PORTUGAL

Rua da Carreira Branca

Zona Industrial da Taboeira

3800-055 Aveiro

Quinta dos cónegos

2580-465 Carregado

234 10 10 10 | www.weber.saint-gobain.pt | info.portugal@saint-gobain.com