

# MICROAGLOMERADOS A FRIO

Teresa Carvalho<sup>1</sup>, Maria del Mar Colas

<sup>1</sup> Cepsa Portuguesa Petróleos S.A., Obras Públicas, Rua General Firmino Miguel nº3 – Torre 2 – 2º andar, 1600-100 Lisboa, Lisboa, Portugal

email: [teresa.carvalho@cepsa.com](mailto:teresa.carvalho@cepsa.com) <http://www.cepsa.pt>

<sup>2</sup> PROAS, Departamento de Desarrollo, Avda Ribera del Loira, 28042 Madrid, Madrid, Espanha

---

## Sumário

*Este trabalho versa sobre uma técnica de pavimentação a frio (microaglomerados a frio), suas aplicações e especificidades.*

*O trabalho tem como objetivo a explicação da técnica, mencionando as suas vantagens e enquadrando as suas aplicações.*

*Neste trabalho menciona-se também a adaptação da técnica segundo a marcação CE, avaliação da mesma experiência em obra.*

---

**Palavras-chave:** Técnica; vantagens; adaptações; alternativa

## 1 INTRODUÇÃO

A técnica de Microaglomerado a frio surgiu, primeiramente, enquanto uma técnica de tratamento de selagem e impermeabilização. Tratamentos com granulometria fina impediam que esta técnica fosse aplicada para camadas de maior espessura, uma vez que essas camadas não suportavam o tráfego.

Com a melhoria do desenvolvimento de emulsões, maquinaria e aditivos, permitiu-se a utilização de maiores granulometrias em termos de agregados.

## 2 MICROAGLOMERADOS A FRIO: SOLUÇÃO ECONÓMICA PARA A CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS

### 2.1 O que são?

Microaglomerados a frio são misturas fabricadas à temperatura ambiente com emulsão betuminosa, agregados e água, eventualmente pó mineral e aditivos, com consistência adequada para colocação em obra imediata, empregando-se em tratamentos superficiais de melhoria das características superficiais (textura superficial e resistência ao deslizamento) em aplicações de pequena espessura, habitualmente não superior a um centímetro e meio (1,5 cm) numa ou duas camadas.

Estes materiais têm uma consistência relativamente fluida, o que permite um fácil espalhamento sobre a superfície dos pavimentos utilizando uma rampa. No entanto, ao endurecer, a sua coesão e dureza aumentam, proporcionando uma superfície resistente à ação abrasiva do tráfego.

Os microaglomerados a frio podem ser aplicados numa única camada ou em duas camadas.

## **2.2 Razões para aplicar esta técnica**

Esta técnica, para além de ser muito versátil, é uma técnica que permite alargar a longevidade do pavimento, conferindo não só melhorias em termos de textura como também em termos de impermeabilização e maior segurança rodoviária.

Os microaglomerados a frio evitam perdas de textura superficial e corrigem pavimentos com falta de atrito (nomeadamente superfícies com agregados polidos, estradas com traçados sinuosos e troços de travagem por retenção)

Os custos implicados são baixos, uma vez que estamos a falar de um tratamento económico.

Permite uma grande rapidez de execução, correções de problemas a nível de textura e de estética.

## **2.3 Tipologia de patologia passíveis de serem tratadas com Microaglomerado a frio**

Existem várias patologias nos pavimentos passíveis de serem tratados com microaglomerados a frio, entre os quais podem-se destacar os defeitos de superfície (peladas e desprendimentos de agregados) e o polimento dos agregados causado pela ação do tráfego. As figuras 1., 2. e 3. ilustram estes defeitos.



**Figura 1. Peladas**



**Figura 2. Desprendimento de agregados**



**Figura 3. Polimentos de agregados**

### 3 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

#### 3.1 Ligantes

Os ligantes recomendados para a execução de micro-aglomerados a frio são as emulsões betuminosas de ruptura lenta, tradicionais ou modificadas (passando os microaglomerados a frio a serem designados como Slurry seal sempre que o ligante utilizado seja modificado), obedecendo às seguintes características:

Quadro 1. Características da emulsão tradicional de ruptura lenta (C60B5)

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	NORMA	MIN.	MAX.
Polaridade das partículas	-	EN 1430	Positiva	
Índice de ruptura	-	EN 13075-1	120	180
Tempo de escoamento, 2mm, 40°C	s	EN 12846	15	45
Conteúdo de ligante (por cont. de água)	%	EN 1428	58	62
Conteúdo de fluidificante	%	EN 1431	-	-
Resíduo no Peneiro de 0,5 mm	%	EN 1429	-	0,20
Sedimentação (7 dias)	%	EN 12847	-	10
Adesividade	%	EN 13614	90	-
Resíduo por evaporação (EN 13074):				
Penetração (25°C; 100g; 5s)	0,1 mm	EN 1426	-	150
Temperatura de amolecimento	°C	EN 1427	43	-

Quadro 2. Características da emulsão modificada de rotura lenta (C60BP5)

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	NORMA	MIN.	MAX.
Polaridade das partículas	-	EN 1430	Positiva	
Índice de ruptura	g	EN 13075-1	120	180
Conteúdo de ligante (por cont. de água)	%	EN 1428	58	62
Conteúdo de fluidificante	%	EN 1431	-	3
Tempo de escoamento, 2mm a 40°C	s	EN 12846	15	45
Sedimentação (7 dias)	%	EN 12847	-	10
Resíduo no Peneiro de 0,5 mm	%	EN 1429	-	0,2
Adesividade	%	EN 13614	90	-
Resíduo por evaporação segundo a norma EN 13074				
Penetração	0,1 mm	EN 1426	-	150
Temperatura de amolecimento	°C	EN 1427	43	-
Coesão (pêndulo Vialit)		EN 13588	0,5	-
Recuperação elástica a 25°C	°C	EN 13398	40	-

### 3.2 Agregados

Os agregados a empregar em microaglomerados a frio devem obedecer às seguintes indicações indicadas pelo CE EP:

Quadro 3. Propriedades dos agregados

Propriedade [EN 13043]		Microaglomerado a frio duplo - 2ª aplicação	Slurry seal simples Slurry seal duplo Microaglomerado a frio duplo - 1ª aplicação
Propriedades geométricas	Índice de achatamento (%)	FI <sub>15</sub>	NA
	Partículas esmagadas e partidas e partículas totalmente roladas	C <sub>100/0</sub>	NA
Qualidade dos finos	Azul de Metileno	MB <sub>F</sub> 10	MB <sub>F</sub> 10
Propriedades físicas	Resistência à fragmentação (%)	LA <sub>20</sub> <sup>(1)</sup>	NA
	Resistência ao desgaste por atrito (%)	M <sub>DE</sub> 25	NA
	Massa volúmica (Mg/m <sup>3</sup> )	A declarar	A declarar
	Absorção de água (%)	≤ 1%	≤ 1%
	Baridade (Mg/m <sup>3</sup> )	A declarar	A declarar
Propriedades de alteração	Resistência ao gelo-degelo	WA <sub>24</sub> 2 ou MS <sub>35</sub>	Wcm 0,5 ou MS <sub>35</sub>
	Afinidade dos agregados grossos ao ligante	A declarar	NA

Os fusos granulométricos a adotar para os microaglomerados a frio indicam-se em seguida:

Quadro 4. Fusos granulométricos

Abertura dos peneiros (mm)	Fuso granulométrico % acumulada de material que passa (%)					
	Microaglomerado a frio			Slurry seal		
	Simples	Duplo		Simples	Duplo	
		1ª aplic.	2ª aplic.		1ª aplic.	2ª aplic.
12,5	-	-	100 (2D)	-	-	-
8	100 (2D)	-	98-100 (1,4D)	100 (2D)	-	100 (2D)
6,3	-	-	85-99 (D)	-	-	-
5,6	98-100 (1,4D)	-	-	98-100 (1,4D)	-	98-100 (1,4D)
4	85-99 (D)	100 (2D)	65-85	85-99 (D)	100 (2D)	85-99 (D)
2	60-85	85-99 (D)	40-65	60-85	85-99 (D)	60-85
1	40-65	55-80	25-45	40-65	55-80	40-65
0,5	27-45	35-55	16-30	27-45	35-55	27-45
0,25	15-30	22-40	10-22	15-30	22-40	15-30
0,125	9-20	15-25	5-15	9-20	15-25	9-20
0,063	7-15	10-20	5-10	7-15	10-20	7-15
Categoria	G <sub>A</sub> 85	G <sub>A</sub> 85	G <sub>A</sub> 85	G <sub>A</sub> 85	G <sub>A</sub> 85	G <sub>A</sub> 85

#### 4 CARACTERÍSTICAS DAS MISTURAS

A escolha do tipo de microaglomerado a utilizar dependerá essencialmente dos objetivos da sua aplicação, bem como de aspetos como o local onde é aplicado (bermas ou plena via), o tipo de estrada e o seu estado. Os critérios fundamentais para o desenho deverão ser:

- Estado do pavimento a tratar
- Tipo de tráfego que o pavimento suporta
- Clima
- Objetivo que queremos com o tratamento

As características estabelecidas no CE EP (2009) para as misturas apresentam-se em seguida:

Quadro 5. Especificações para misturas (EP 2009)

Propriedade	Ref Normativa	Microaglomerados			Slurry seals		
		Simples	Duplo 1ª aplic.	Duplo 2ª aplic.	Simples	Duplo 1ª aplic.	Duplo 2ª aplic.
Percentagem de ligante residual	EN 12274-1 EN 12274-2	≥ 7	≥ 8	≥ 6	≥ 7	≥ 8	≥ 7
Desgaste - ensaio abrasivo com roda molhada (WTAT) (g/m <sup>2</sup> )	EN 12274-5	≤ 600	≤ 600	≤ 600	≤ 800	≤ 800	≤ 800
Taxa média de aplicação (kg/m <sup>2</sup> )	EN 12274-6	8 a 11	5 a 8	11 a 14	8 a 11	5 a 8	8 a 11
Conteúdo de água relativo à massa do agregado (%)	EN 12274-3	10 a 15	10 a 20	10 a 15	10 a 15	10 a 20	10 a 15
Adesividade da mistura (%)	EN 12274-1 EN 12274-7	A declarar					
Características a observar nos casos em que é necessária uma rápida abertura ao tráfego							
Coesão agregado/ligante aos 30 min (MPa)	EN 12274-4	≥ 12					
Resistência à torsão aos 60 min (MPa)	EN 12274-4	≥ 20					

## 5 APLICAÇÃO EM OBRA

Os microaglomerados a frio fabricam-se em misturadoras móveis, que realizam simultaneamente a aplicação da mistura. A mistura passa do misturador para a grade de espalhamento, que se desloca sobre a superfície a tratar, e que deverá ser munida de um dispositivo que reparta uniformemente a mistura a frio.

Quando a mistura é aplicada por faixas longitudinais, deve-se estabelecer uma sobreposição de 10 cm entre faixas contíguas. No caso de tratamentos duplos, as zonas de sobreposição da primeira aplicação não devem coincidir com as da segunda. Em determinadas aplicações de microaglomerados poderá ser previsto o emprego de compactadores de pneus.

## 6 RELAÇÃO MICROAGLOMERADO A FRIO – PASSADO E PRESENTE

No passado os Microaglomerados a frio eram controlados através de normas NLT, com a marcação CE passaram a cumprir a diretiva de produtos de construção, nomeadamente a EN 12273.

Para além da normativa aplicável em termos de materiais, a norma EN 12274 regulamenta os ensaios a efetuados para este tipo de misturas.

A marcação CE introduz também um outro parâmetro que se prende com a avaliação de defeitos e avaliação da conformidade.

## **7 CONCLUSÕES**

Os microaglomerados a frio são uma alternativa eficiente, económica e ambientalmente atrativa, para a realização de ações de conservação, assim como para a melhoria das características superficiais requeridas nos pavimentos.

Com o aparecimento da Marcação CE, require-se uma adaptação e definição das características e definição das categorias para as diferentes famílias definidas.

Com a marcação CE não foram introduzidos grandes alterações no que concerne os materiais aplicados. A alteração maior centra-se na avaliação do desempenho da mistura após um ano da sua colocação em obra.

## **8 REFERÊNCIAS**

1. Manual de Pavimentação Cepsa, 2009.
2. CE EP, 2009.
3. Microaglomerados en frío. Livro SFERB de emulsões betuminosas 2002
4. Monografía ATEB sobre “lechadas y microaglomerados en frío”. Javier Nebreda, Jesús Rincón.
5. Materiales para la fabricación de lechadas: Baltasar Rubio. Ministerio de Fomento. CEDEX. Comité de firmes de la ATC. outubro de 2009.
6. Puesta en obra de microaglomerados en frío: Maquinaria, fabricación y extendido. Fernando Aguirre. Conelsan. Comité de firmes de la ATC. outubro de 2009.
7. Norma EN 12273. Microaglomerados a frio. Especificações. Maio 2009
8. Nuevo artículo 540 del PG-3. Mercedes Gómez. Ministerio de Fomento. España.
9. Presentación del proceso de Marcado CE de las lechadas bituminosas. Lucía Miranda. XX Vyodeal. Junho 2009.
10. LECHADAS BITUMINOSAS EN CAPAS SUPERFICIALES. Andrés Costa Hernández. Asfaltos y Construcciones ELSAN S.A. Conservación y rehabilitación superficial de los firmes de las carreteras. SANTO DOMINGO DE LA CALZADA. Septiembre de 2009
11. Monografía 4 de Asefma. Marcado CE de las lechadas bituminosas. Evaluación de defectos. IV Jornada de Asefma. Madrid, março de 2009.
12. Orden circular 29/2011 del Ministerio de Fomento. España. outubro 2011