

Materiais betuminosos eficientes: Sustentabilidade e desempenho

Afinidade entre Agregado e Betume

Maria Manuel Araújo Sá Maia
Marisa Dinis de Almeida
Fernando Martinho

1. Enquadramento

- As administrações de estradas um pouco por todo o mundo têm tomado consciência da importância de **alargar o ciclo de vida dos materiais** constituintes das diferentes camadas dos pavimentos rodoviários;
- O principal objetivo é **aumentar a durabilidade os pavimentos**, pois quanto maior a vida útil, menos recursos serão gastos na sua conservação e reabilitação.

1. Enquadramento

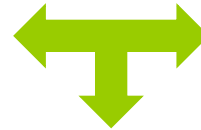
Os dois principais problemas dos pavimentos são a ruína por **fadiga** e os **cavados de rodeira**, que habitualmente surgem devido:

- A deficiências ao nível das **bases gran.** ou das **mist. betuminosas**;
- Ao **crescimento do volume de tráfego**;
- Às **cargas e ao nº de veículos pesados**.

Crescimento do volume de tráfego



Veículos pesados



Formação de cavados de rodeira

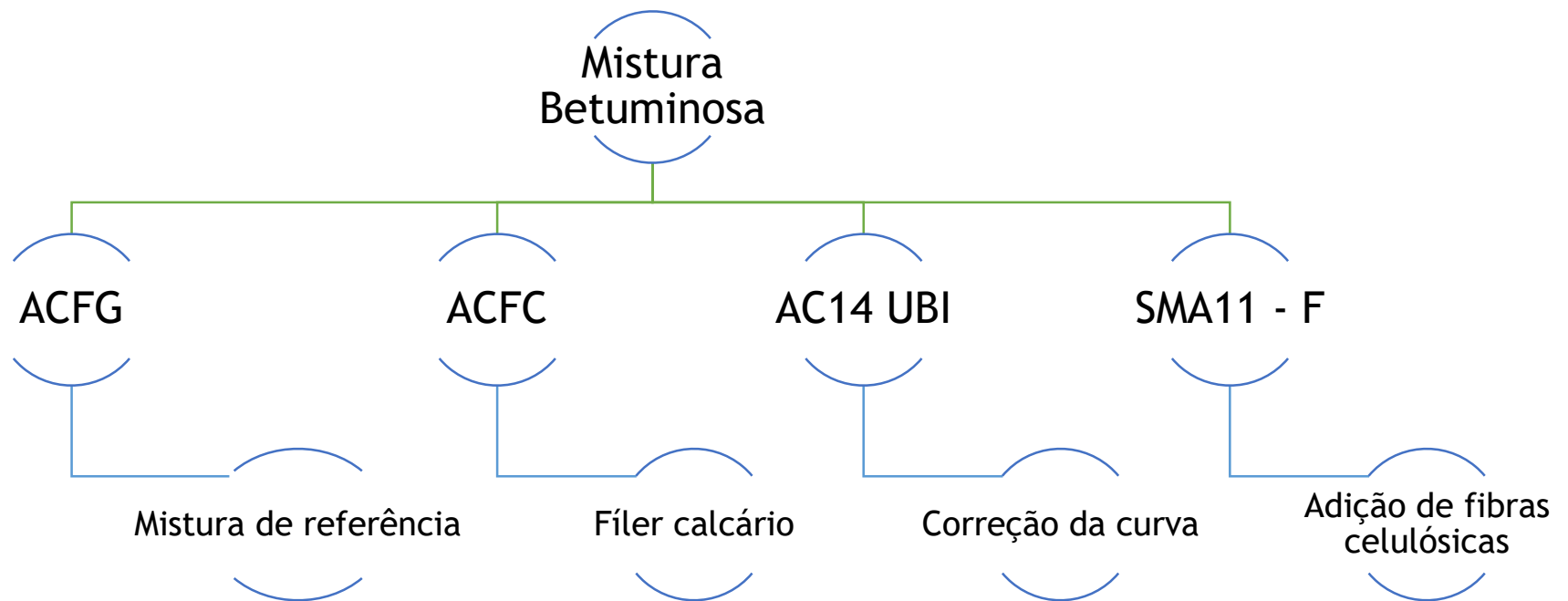
1. Enquadramento

- A existência de cavados de rodeira **agravam as condições de conforto e segurança** dos utentes na circulação rodoviária;
- **Favorecem a acumulação de água** sobre a superfície do pavimento;
- **Reduzem a aderência** pneu/pavimento;
- Originam fenómenos de **hidroplanagem**.

Objetivos

- Conhecer os principais fatores que influenciam a adesividade;
- Como melhorar a durabilidade e o desempenho da mistura betuminosa, face à:
 - Deformação Permanente;
 - Sensibilidade à Água;
 - Afinidade entre Agregado e Betume.
- Estudar a melhor formulação para uma mistura tradicional AC 14 surf, partindo de uma mistura desenvolvida pela empresa Cruchinho e Filhos, e para uma mistura descontínua SMA.

2. Trabalho Experimental





Brita 5/15



Bago de Arroz



Pó de Pedra



Fíler granítico



Fíler Calcário



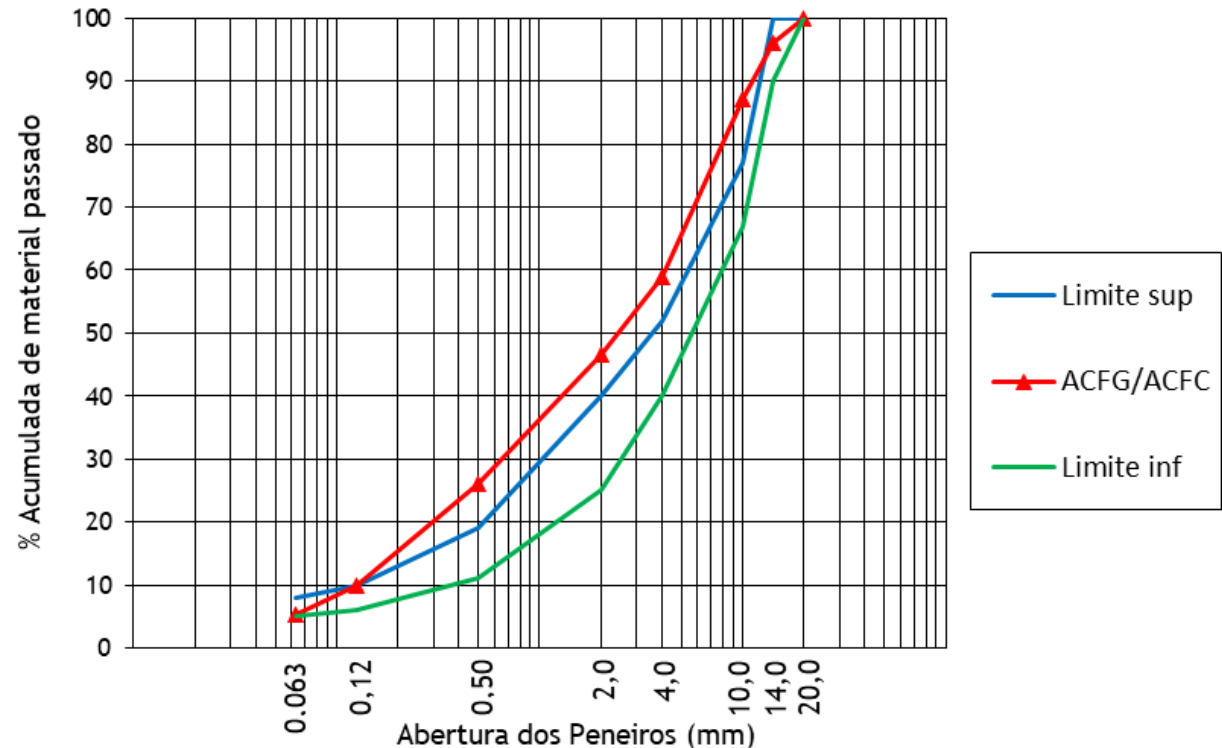
Fibras celulósicas com promotor de adesividade

Formulação das Misturas Betuminosas

Mistura	Brita 1 [%]	Bago de arroz [%]	Pó de Pedra [%]	Fíler [%]	Total [%]
ACFG/ ACFC	39.1	17.2	41.8	1.9	100

Formulação de referência

Curva
Granulométrica da
mistura ACFG/ACFC
e fuso AC14 surf

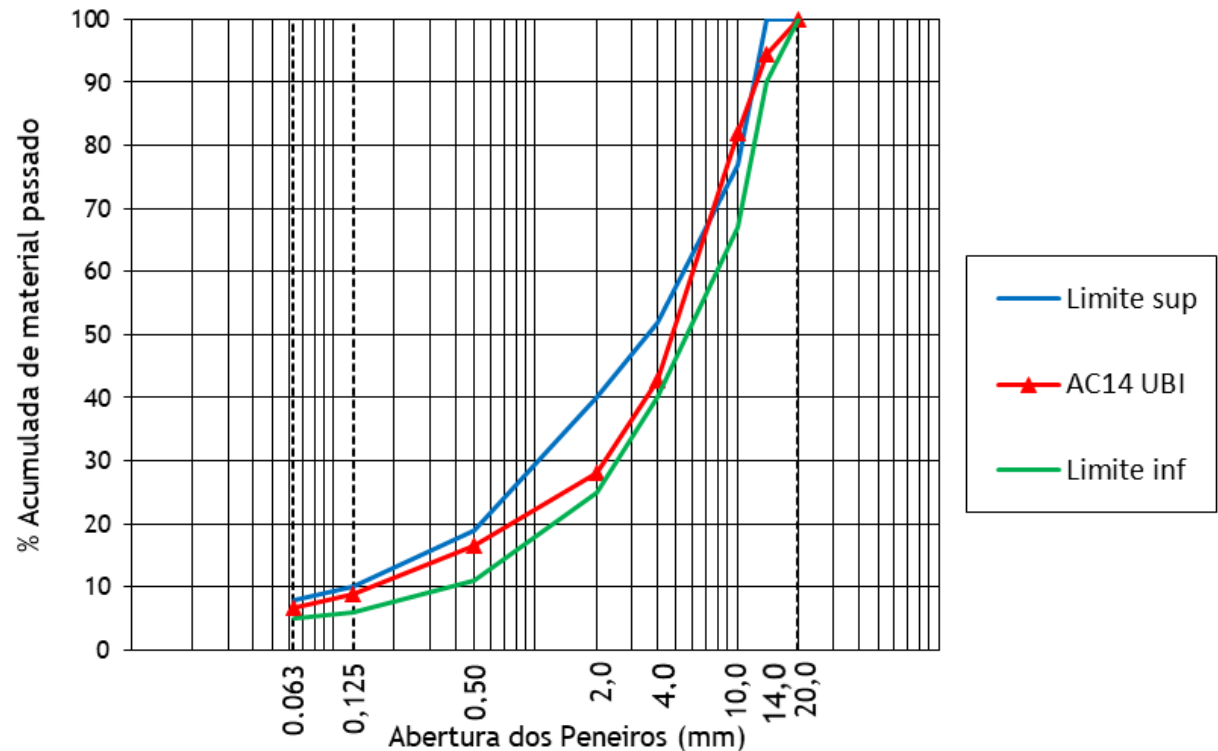


Formulação das Misturas Betuminosas

Mistura	Brita 1 [%]	Bago de arroz [%]	Pó de Pedra [%]	Fíler [%]	Total [%]
AC14 UBI	55	23	17	5	100

Formulação da mistura
AC14 UBI

Curva
Granulométrica da
mistura AC14 UBI e
fuso AC14 surf

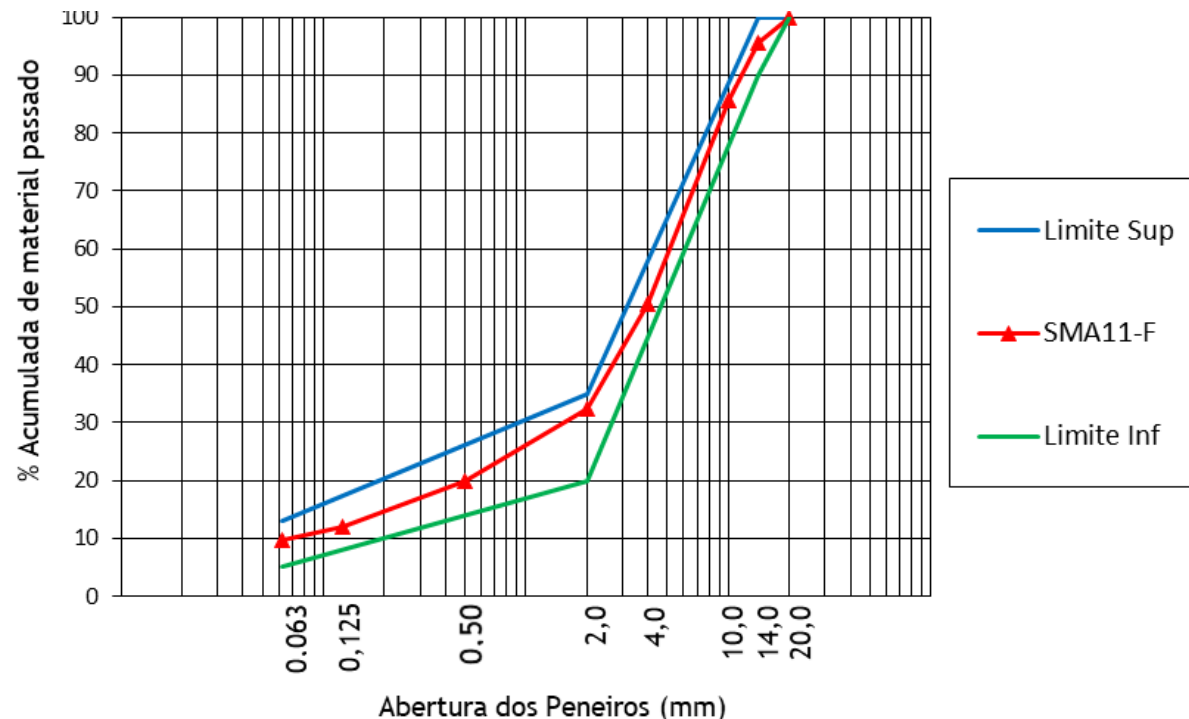


Formulação das Misturas Betuminosas

Mistura	Brita 1 [%]	Bago de arroz [%]	Pó de Pedra [%]	Filer [%]	Total [%]
SMA11-F	44	32	16	8	100

Formulação da mistura SMA11-F

Curva Granulométrica da mistura SMA11-F e fuso SMA11



Mistura	Quantidade inicial de betume [%]
AC14 UBI	5,3
SMA11-F	5,8

Percentagem ótima de betume



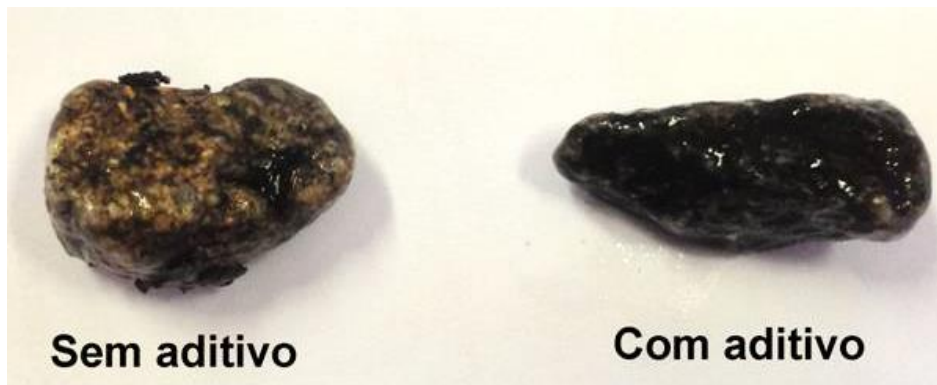
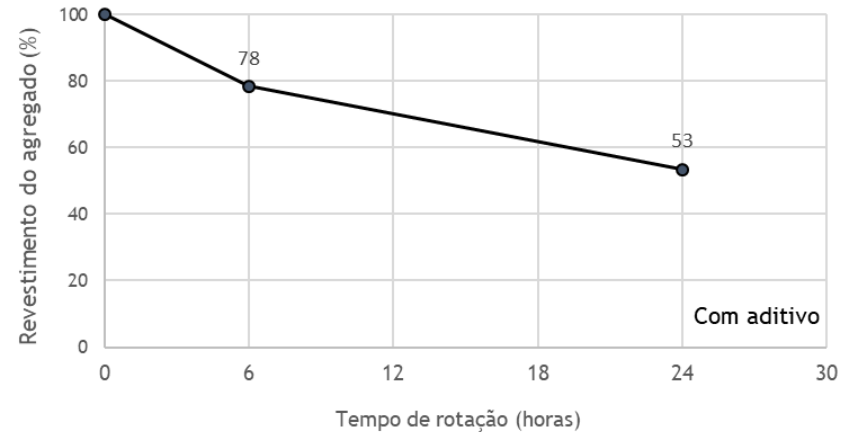
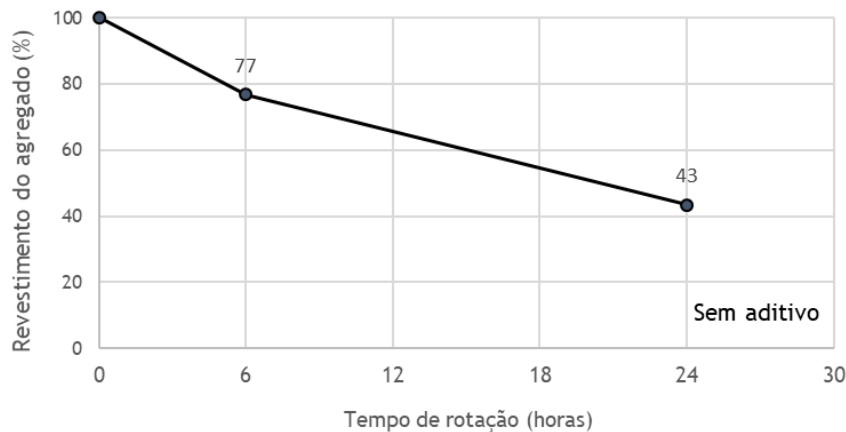
Baridade
Porosidade
Ensaio *Marshall*

Formulação final das misturas betuminosas

Misturas	Betume [%]	Brita 1 [%]	Bago de arroz [%]	Pó de Pedra [%]	Filer Calcário [%]	Fibras celulósicas [%]
AC14 UBI	5,3	52,1	21,8	16,1	4,7	-
SMA11-F	5,8	41,4	30,1	15,1	7,5	0,3

Ensaio de Caracterização das misturas betuminosas

■ Afinidade agregado/betume (EN 12697-11)

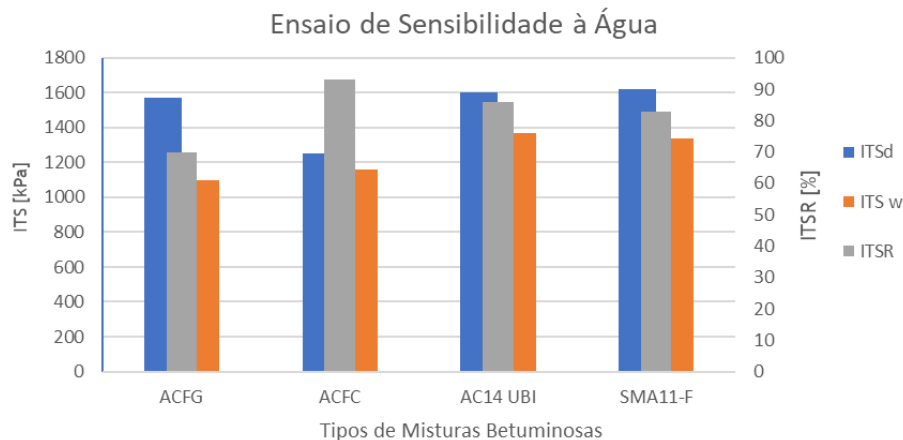


Aspetto de agregados após ensaio de afinidade agregado/betume

Ensaio de Caracterização das misturas betuminosas

▪ Sensibilidade à água (EN 12697-12 e -23)

Misturas betuminosas	% betume	ITS [kPa]		ITSR [%]
		ITS _d	ITS _w	
ACFG	5,1	1570	1100	70
ACFC	5,1	1250	1160	93
AC14 UBI	5,3	1600	1370	86
SMA11-F	5,8	1620	1340	83



Ensaio de Caracterização das misturas betuminosas

- Deformação Permanente (EN 12697-22)



Misturas	Betume [%]	PRD_{600k} [%]	RD_{600k} [mm]	WTS_{600k} [mm/10 ³ ciclos]
ACFG	5,1	7,9	3,17	0,18
ACFC	5,1	6,8	2,72	0,12
AC14 UBI	5,3	6,9	2,75	0,14
SMA11-F	5,8	6,5	2,62	0,11

3. Principais conclusões

- No ensaio de sensibilidade à água, a resistência à tração indireta (ITS) para os provetes “a seco” (ITS_d) é bastante superior, comparativamente com os provetes “imersos”, comprovando o **efeito negativo da água**;
- Relativamente aos valores de resistência conservada em tração indireta (ITSR), conclui-se que a mistura **ACFG apresenta o valor mais baixo** ($\approx 70\%$), revelando que esta é a mistura **mais suscetível à ação da água**;
- Foi, ainda, possível classificar a rotura dos provetes, verificando-se neste estudo o tipo **“rotura de tensão clara”**.

3. Principais conclusões

- Os resultados do ensaio de afinidade entre agregado e betume revelam que o grupo **com aditivo** apresenta uma percentagem superior de agregado coberto com betume (**≈53%, após 24 h**);
- Quanto ao grupo **sem aditivo**, este apresenta uma percentagem menor de agregado coberto com betume (**≈43%, após 24 h**);
- Concluiu-se que a **presença do promotor de adesividade traduz resultados positivos** nas misturas betuminosas no que diz respeito à análise deste parâmetro.

3. Principais conclusões

- No ensaio da Resist. à Deform. Permanente, verificou-se uma clara diferença entre os resultados obtidos nas misturas betuminosas;
- A substituição do fíler granítico por fíler calcário levou a **valores menores na profundidade média de rodeira (RD_{air})**;
- A correção da curva granulométrica, que deu origem à mistura AC14 UBI, apresentou **melhores resultados, comparativamente à mistura de referência**;
- A mistura SMA11-F apresentou o **melhor valor médio ($RD_{air}=2,62$ mm)**.

Materiais betuminosos eficientes: Sustentabilidade e desempenho

Afinidade entre Agregado e Betume

Maria Manuel Araújo Sá Maia
Marisa Dinis de Almeida
Fernando Martinho