



## A aposta em soluções de baixo custo



## Em que pensamos quando falamos em soluções de baixo custo?

- Materiais baratos?
- Sistemas de execução rápida e simples?
- Soluções duradouras?
- Solução inicial mais barata vs solução global mais económica?

## Qual a solução mais adequada?



## Em que pensamos quando falamos em soluções de baixo custo?

- Técnicas tradicionais revisitadas
  - Utilização de emulsões betuminosas
    - Sem avaliação da adequação da solução a cada caso
    - Sem formulação no caso de mistura com agregados
    - Sem controlo de materiais ou dosagens



## TÉCNICAS TRADICIONAIS

### Tratamentos superficiais

#### Regas sem agregados

- aplicação de emulsão betuminosa numa camada uniforme e contínua
- complemento de outras técnicas de pavimentação
- Tipos: anti-pó/ impregnação/ colagem

**Composição: emulsão betuminosa**

#### Regas com agregados

- aplicação de emulsão betuminosa em uma ou várias camadas sobre uma superfície complementada por uma ou várias camadas de agregados de granulometria uniforme
- Tipos: monocapa e multicapa

**Composição: emulsão betuminosa + agregados minerais**



## TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

### Regas com agregados ou revestimentos superficiais

#### Monocapa

- simples
- simples com dupla camada de gravilha
- simples com pré-engravidamento

#### Multicapa

- duplo
- duplo com pré-engravidamento
- triplo

Aplicação de emulsão betuminosa sobre uma superfície numa ou várias camadas complementadas por aplicação de uma ou mais camadas de agregados de granulometria uniforme.

#### OBJETIVOS

- estanqueidade e impermeabilidade e fixação das gravilhas → ligante betuminoso
- rugosidade superficial do pavimento, resistência à circulação e drenagem superficial → gravilhas



## Revestimentos superficiais

### Cuidados a ter

- formulação
  - Selecção do tipo de tratamento
  - Selecção da dimensão de agregado
  - Selecção do tipo de ligante (compatibilidade com o agregado)
  - Dosagem do agregado de cada camada



## Revestimentos superficiais

### Cuidados a ter

- agregados
  - procedentes de britagem de pedras de pedreira ou seixeira
  - com 75% de elementos britados e pelo menos 2 caras de fratura
  - nunca devem ser empregues materiais de fresado, e não britado
    - resistência à fragmentação
    - limpeza: isentos argila, matéria vegetal ou outras impurezas; humidade
    - dureza: coeficiente de desgaste Los Angeles < 20 em faixa de rodagem
    - adesividade: > 95% em imersão em água
    - agregados com faces arredondada, cristais de grande tamanho e baixa porosidade



## Revestimentos superficiais

### Cuidados a ter

- emulsão betuminosa
  - podem empregar-se em condições de relativo frio e humidade, em qualquer época do ano
  - aplicadas à temperatura ambiente com ligeiro aquecimento
- C69B2
  - evitar excesso de dosagem: exsudações
  - evitar ligantes de baixa viscosidade em monocapas e monocapas de duplo engravilhado
  - se os inertes estão sujos recorrer a ligantes pouco viscosos
  - zonas de tráfego intenso e de altas temperaturas utilizar emulsões modificadas

C69B2

Dosagem  
1,0 a 1,7 kg/m<sup>2</sup>





# TÉCNICAS DE MAIOR ESPECIALIZAÇÃO

## Tratamentos superficiais

### Lamas asfálticas (slurry seal)

Misturas de emulsão betuminosa, água, cargas minerais e aditivos, aplicadas em camada única ou dupla, para impermeabilização e selagem de pavimentos envelhecidos, utilizando agregados de pequena dimensão.

- aumento da vida útil do pavimento existente com degradação superficial
- solução económica e alto rendimento
- com emulsão convencional ou modificada



# TÉCNICAS DE MAIOR ESPECIALIZAÇÃO

## Tratamentos superficiais

### Microaglomerados a frio

São uma evolução das lamas asfálticas que resulta da capacidade de incorporação de agregados de maior dimensão. Este facto deve-se à inovação não só nos ligantes betuminosos e respetivos aditivos mas também nos equipamentos de mistura e aplicação.

- Aumentam a macrotextura do pavimento
- Vantagem na utilização de emulsões modificadas



## Lamas asfálticas (slurry seal) e microaglomerados a frio

### Cuidados a ter

- emulsão betuminosa
  - tipo e dosagem de emulsão dependem das características químicas e físicas do agregado: formulação em laboratório
  - controlo da rotura da emulsão através de aditivo
  - requerem conhecimento técnico específico

C60B4 Slu (ECL-2),  
C60BP4 (ECL-2 mod)

- origem, limpeza, humidade e forma do agregado
- amostras e certificado de análises do agregado
- condições de armazenagem do agregado e emulsão



## TÉCNICAS TRADICIONAIS

### Misturas betuminosas a frio

Misturas de emulsão e agregados de maior dimensão (sem finos) à temperatura ambiente, podendo ser usados aditivos. Usadas para pavimento novo e reparações.

- ecológicas por não consumirem energia para aquecimento de componentes, armazenamento e aplicação
- permitem otimização de recursos uma vez que são armazenáveis durante várias semanas
- versáteis em termos dos meios de aplicação



## Misturas betuminosas a frio

### Cuidados a ter

- emulsão betuminosa
  - tipo e dosagem de emulsão dependem das características químicas e físicas do agregado → formulação em laboratório
  - especial atenção aos agregados de origem calcária

C67BF3 (ECM-2),  
C67BPF3 (ECM-2 mod)

- origem, limpeza, humidade e forma do agregado
- amostras e certificado de análises do agregado
- condições de armazenagem do agregado e emulsão



## SELAGEM DE FENDAS E JUNTAS

### Selagem individual

Tratamento localizado de modo a impedir entrada da água e detritos na fissura, com utilização de mástiques betuminosos. Poderá ser seguido de um sistema de selagem mais abrangente em área.



### Mástique betuminoso modificado e aditivado

- Compatibilidade com pavimentos em betão betuminoso e de cimento
- Reparações em pavimentos com diferentes idades
- Importância da durabilidade do material



## Em que pensamos quando falamos em soluções de baixo custo?

- Técnicas tradicionais revisitadas
  - Utilização de emulsões betuminosas
    - Sem avaliação da adequação da solução a cada caso
    - Sem formulação no caso de mistura com agregados
    - Sem controlo de materiais ou dosagens
  - Atualmente dispomos de melhor domínio técnico
    - Ligantes betuminosos
    - Estudos de compatibilidade entre agregados e ligantes
    - Ajustamento da química dos ligantes
    - Novos materiais
    - Utilização dos recursos
- novas geografias



## SOLUÇÕES RECENTES

### Betume modificado com borracha

- Incorporação de um resíduo
- Via seca e húmida
- Indicada para aplicações específicas de pavimentação

Dimensão da obra?

### Rejuvenescedores de betume

Produtos de várias origens que devolvem ao betume as características perdidas através do envelhecimento dos pavimentos

Introdução de betume novo?

### Misturas a temperaturas moderadas

Redução de consumo energético

Custos de adaptação da central e aditivação?





## Em que pensamos quando falamos em soluções de baixo custo?

- Soluções adequadas e bem estudadas
- Materiais amigos do ambiente e que aumentem a durabilidade
- Sistemas de controlo em obra: produção e aplicação
- Monitorização da vida útil
- Intervenção atempada
- Melhor capacidade inclusão em orçamentos anuais e planos de investimento