



5^{as} JORNADAS BETUMES



Construindo Caminhos

8 de março 2018
Fundação Oriente





Durabilidade de misturas betuminosas

Contribuição das nanotecnologias na resistência ao envelhecimento

José Neves, João Crucho

Tópicos

- **Enquadramento**
- **Problemática da durabilidade**
- **Nanotecnologias na pavimentação**
- **Nova abordagem ao estudo do envelhecimento**

Protótipo de simulação do envelhecimento

- **Conclusões**

Enquadramento

Betumes e Misturas Betuminosas



Borracha SMA
Afinidade
Modificado
Drenante
Desempenho
Alterações
Simulação
Durabilidade
Envelhecimento
Nanopartículas
Frio
Agregado
climáticas
Mistura
Ligantes
Compactação
RCD
Subproduto
Temperada
Reciclado
Bioligante
Betume
Desgaste
Resíduo
Ensaio
Betuminosa
Rugoso

Problemática da durabilidade

Betumes e Misturas Betuminosas



DURABILIDADE é a capacidade da mistura betuminosa compactada preservar a sua integridade estrutural ao longo da vida útil quando exposta ao tráfego e às condições ambientais

Ambiente	Temperatura Precipitação
Drenagem	Superficial Profunda
Construção	Condições climáticas Segregação Compactação Juntas Ligação de camadas
Composição da mistura	Propriedades dos agregados Propriedades do ligante Granulometria Propriedades volumétricas

Enhancing the Durability of Asphalt Pavements - Factors Affecting Asphalt Mixture Durability
(TRANSPORTATION RESEARCH CIRCULAR E-C186, 2013)

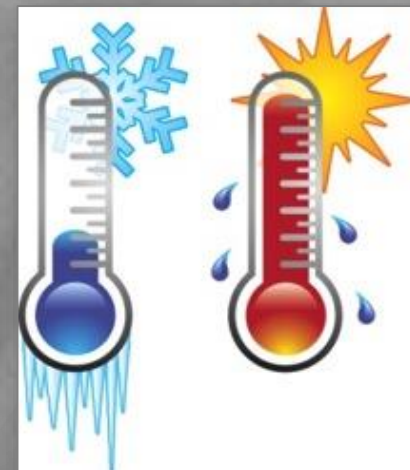
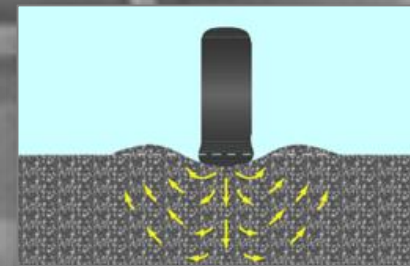
Problemática da durabilidade

Processos de simulação do envelhecimento

Mecanismos de degradação vs Materiais constituintes

- ✓ Ação do tráfego
- ✓ Ação das condições ambientais

Chuva
Vento
Radiação solar
Temperatura
Humidade



Enquadramento

Linhas de investigação IST | Betumes e misturas betuminosas

Materiais

- ❖ Ligantes (bio-ligante,...)
- ❖ Agregados (resíduos,...)
- ❖ Aditivos (nanopartículas,...)
- ❖ Misturas (WMA, SMA com borracha,...)

Métodos

- ❖ Ensaios (envelhecimento,...)
- ❖ Formulação (novos métodos,...)

EX.

Nanotecnologias
Simulação do envelhecimento

Nano escala

$1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ metro}$

Cabelo humano	80 000 nm
Peneiro 0,063 mm	63 000 nm
Hélice do ADN	2 nm

Macro



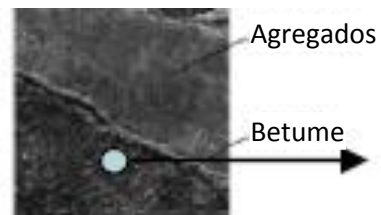
10^0

Meso



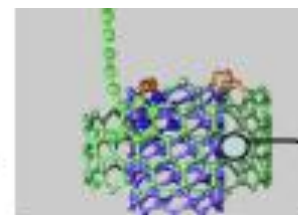
10^{-3}

Micro



10^{-6}

Nano



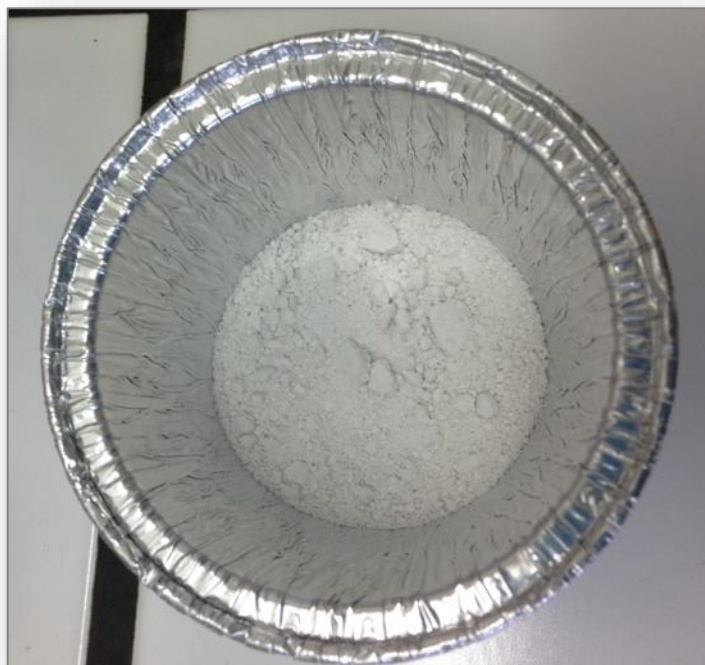
10^{-9}

Quantum

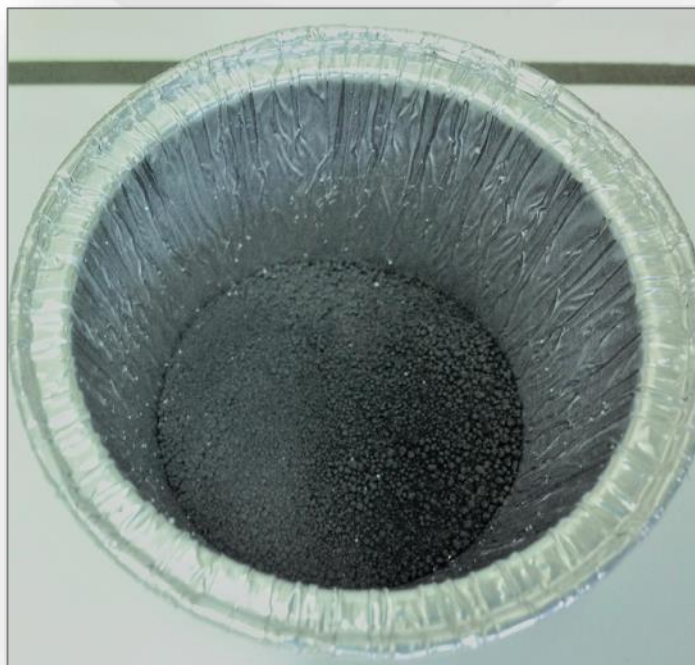


10^{-12}

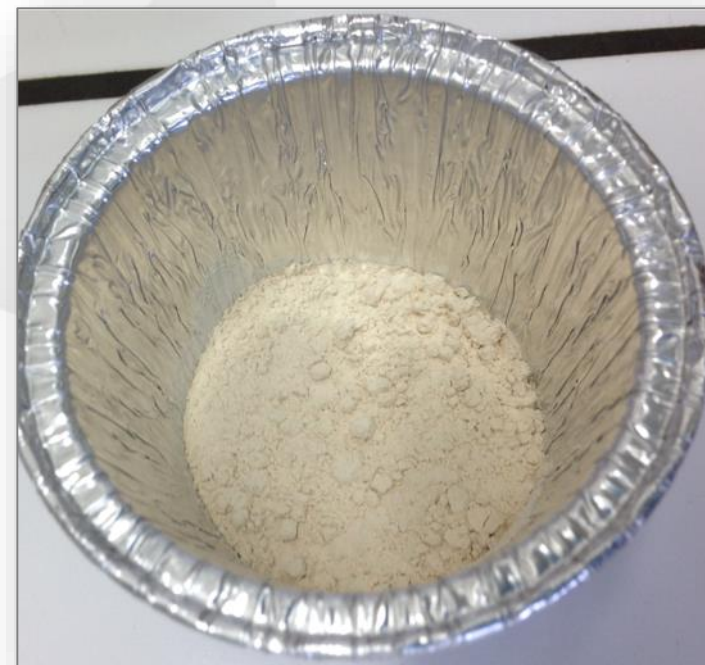
Nanotecnologias na pavimentação



Nanosílica



Nanoferro



Nanoargila

Nanotecnologias na pavimentação

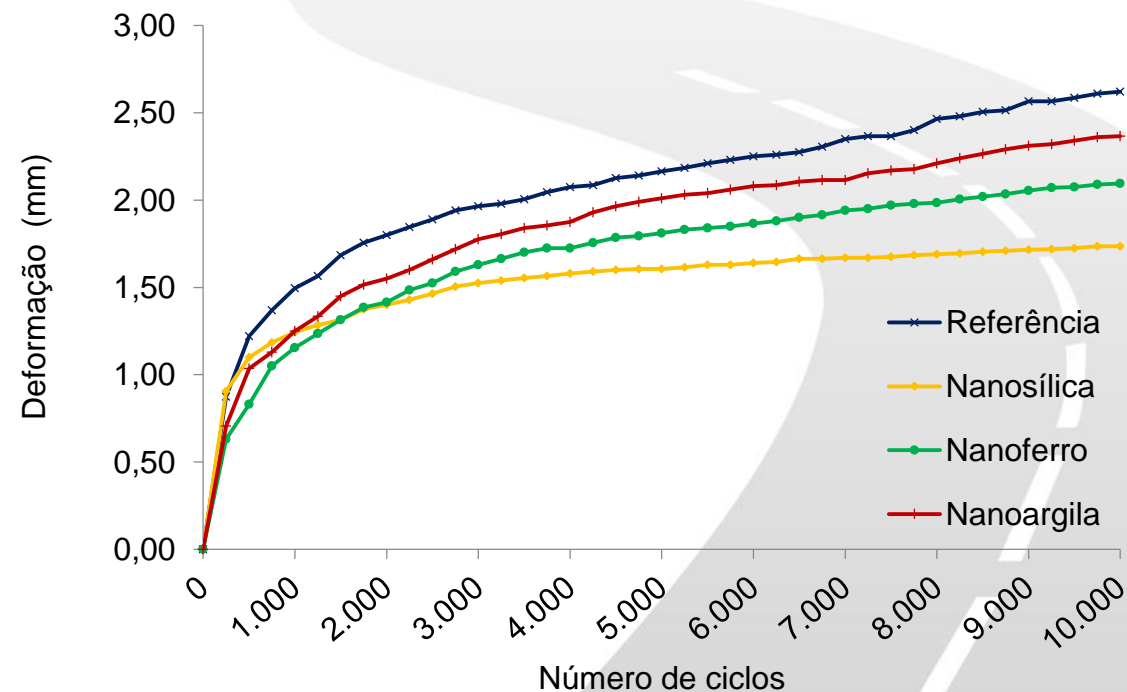
➤ Deformação permanente



Ensaio de pista – *wheel-tracking*

Temperatura de ensaio: 60 °C

Condicionamento dos provetes: ar



Nanotecnologias na pavimentação

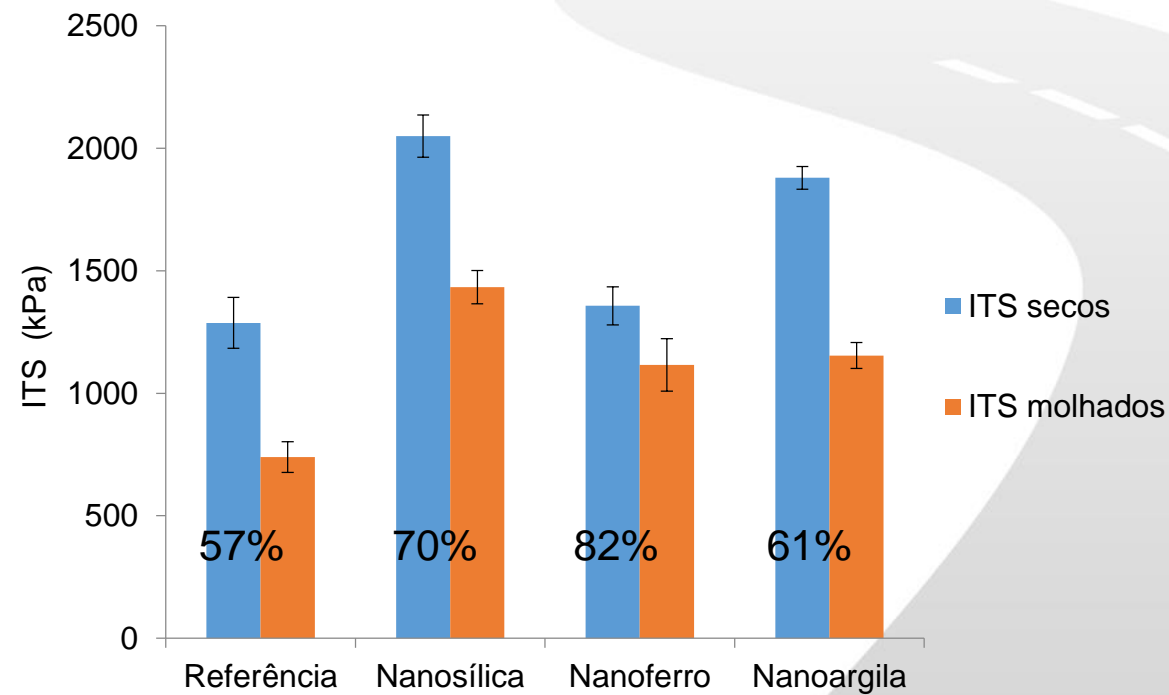
➤ Sensibilidade à água



Ensaio de tração indireta por compressão diametral

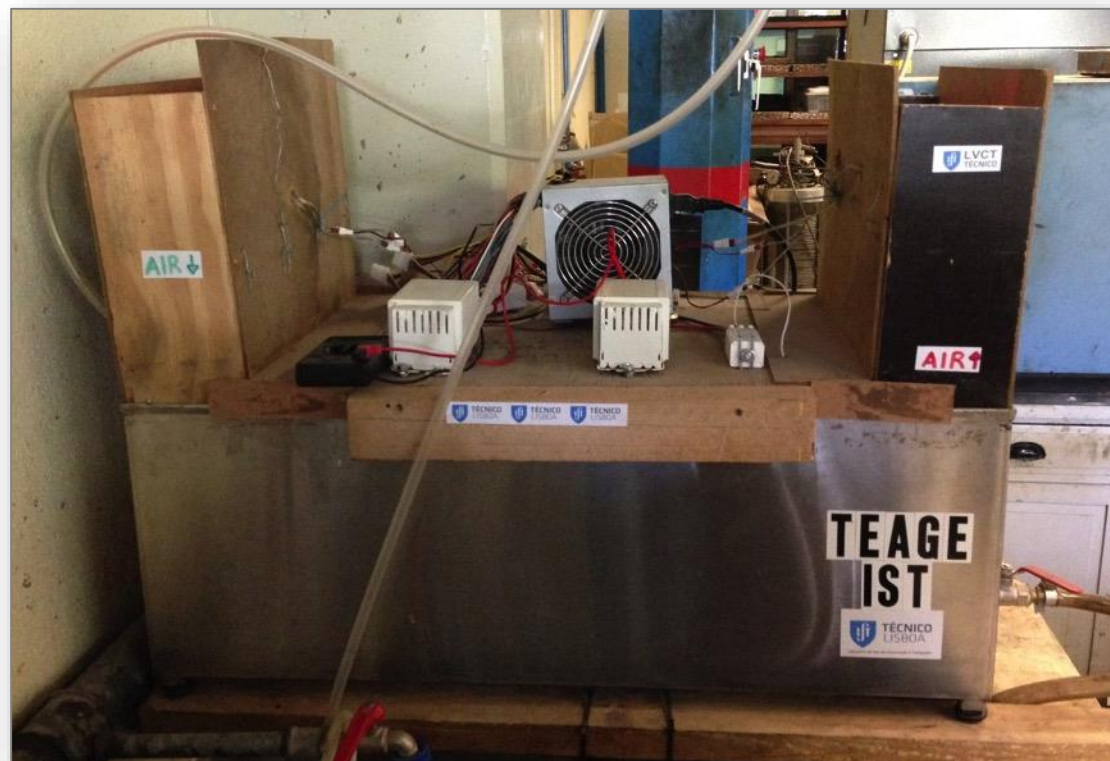
Temperatura de ensaio: 15 °C

Condicionamento dos provetes molhados: Imersão em água a 40 °C durante 70 horas

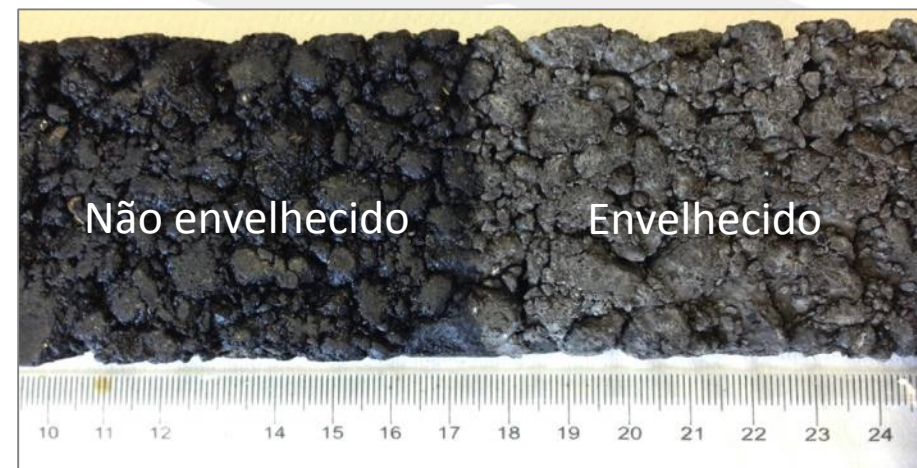


Envelhecimento - TEAGE

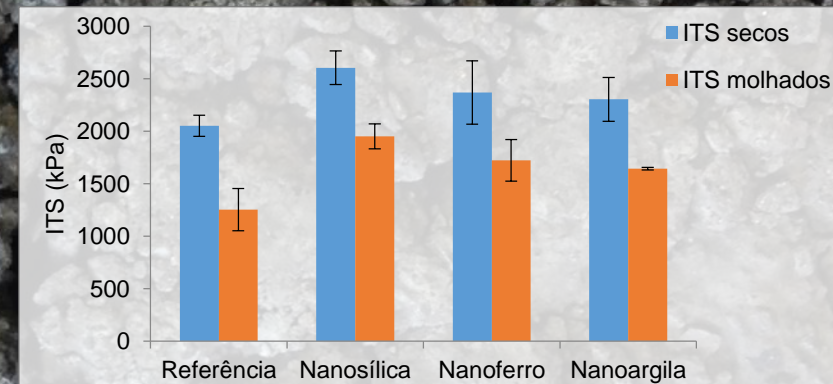
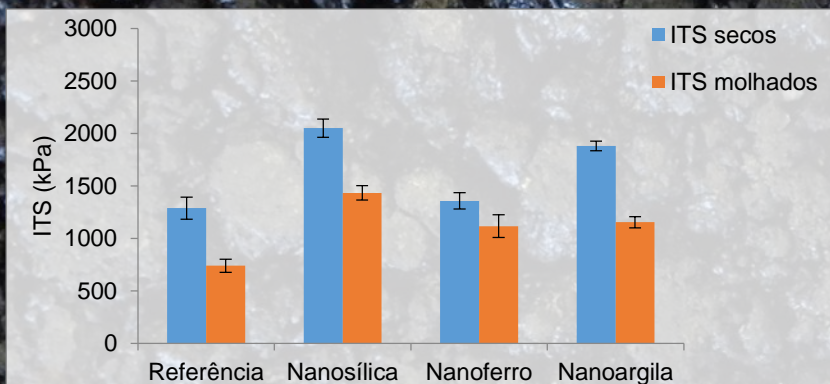
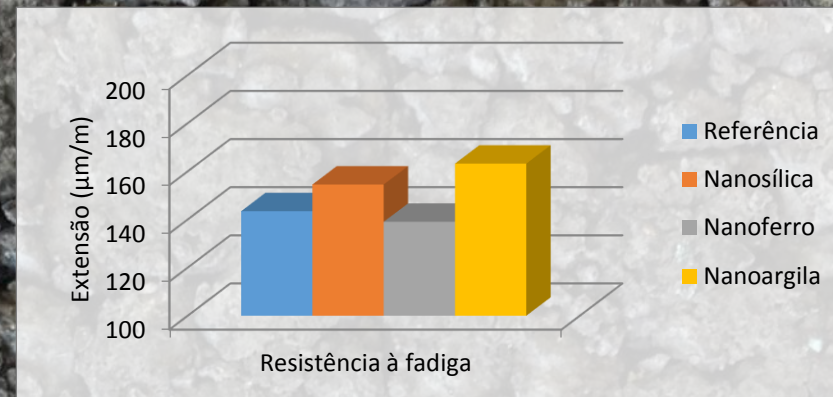
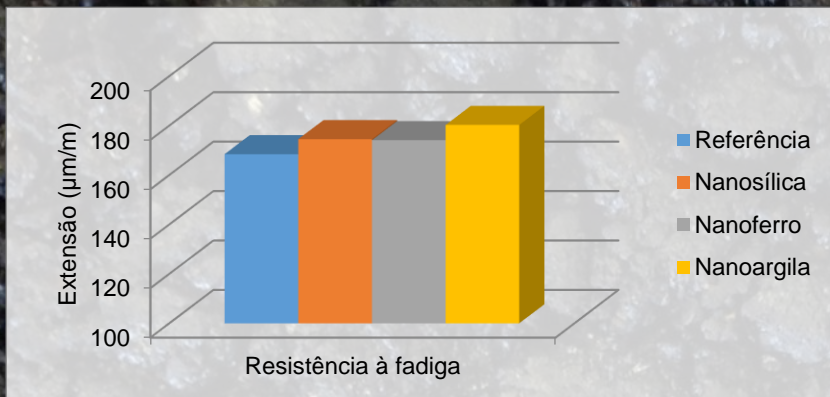
➤ TEAGE: Técnico Accelerated aGEing



Simulação do envelhecimento causado por condições ambientais



Nanomateriais na resistência ao envelhecimento



Conclusões

- ✓ Importante tendência atual e futura de **inovação** no âmbito dos betumes e misturas betuminosas
- ✓ Progresso relevante ao nível de ensaios de caracterização dos materiais, nomeadamente de desempenho físico e mecânico, mas constata-se a necessidade de melhor abordagem à **durabilidade**
- ✓ Aplicação de **nanotecnologias** nas misturas betuminosas foi promissora e tem enorme potencial de investigação experimental e tecnológica
- ✓ Desenvolvimento de um protótipo de **envelhecimento** de misturas betuminosas mais adequado às condições ambientais - **TEAGE**

Instituto Superior Técnico | Universidade de Lisboa
Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos
Avenida Rovisco Pais – 1049-001 Lisboa – Portugal
jose.manuel.neves@tecnico.ulisboa.pt; joao.crucho@tecnico.ulisboa.pt

Obrigado

