

# ***INDICADORES DE DESEMPENHO PARA PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS***

Maria de Lurdes Antunes, LNEC  
[mlantunes@lnec.pt](mailto:mlantunes@lnec.pt)

# Acção COST 354

## “Performance Indicators for Road Pavements”

### > Objectivos:

- Definição de indicadores de desempenho uniformes para diversos tipos de infraestruturas rodoviárias

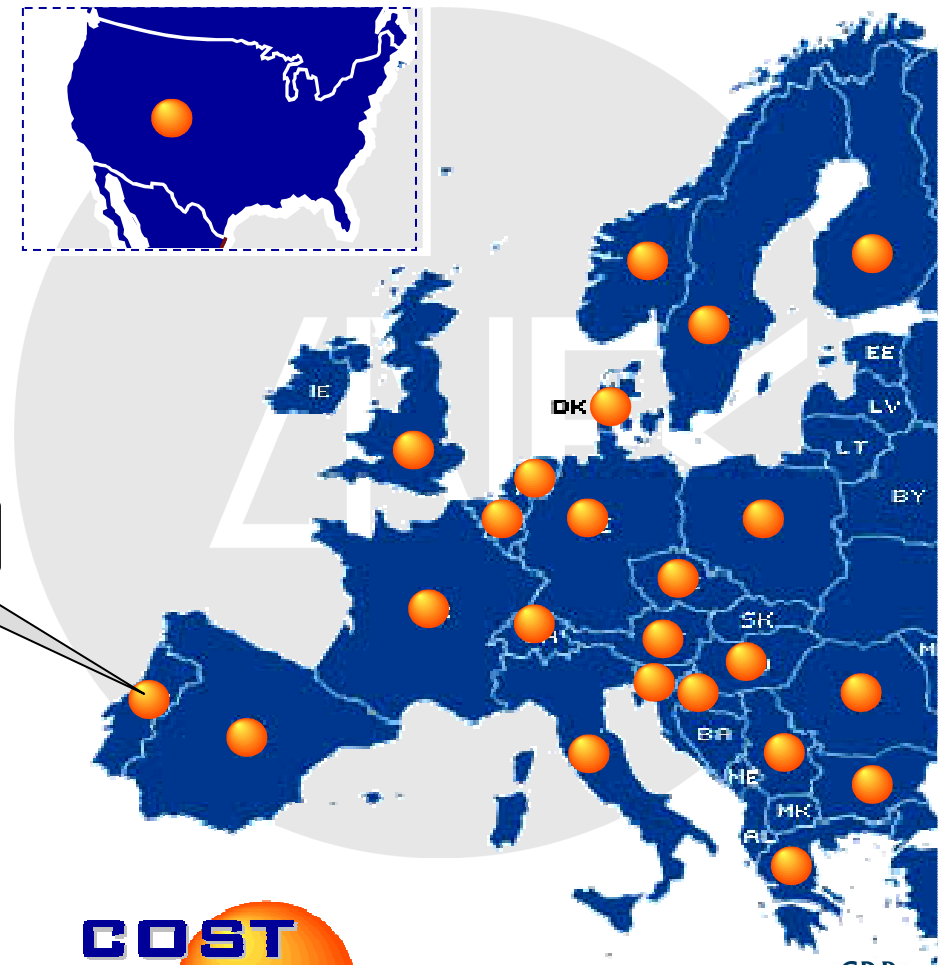
### > Participação:

- 23 Países Europeus + EUA

### > Apoio:

- FEHRL

**LNEC**



**COST**  
354

Seminário **Gestão da Segurança e da Operação e Manutenção de Redes R**  
Lisboa | LNEC > 13 de Novembro de 2008

**TÜVRheinland**  
Precisely Right.

**CRP**  
CENTRO  
RODOVIÁRIO  
PORTUGUÊS

Patrocínio:



# Programa de Trabalhos da Acção COST 354

**WG1**

**WG2**

**WG3**

**WG4**

**WG5**

- > Recolha de informação sobre indicadores utilizados na Europa e EUA
- > Construção de uma base de dados
- > Apreciação e selecção de indicadores de desempenho individuais
- > Transformação de parâmetros técnicos em indicadores de desempenho
- > Desenvolvimento de indicadores “combinados”: segurança, conforto, capacidade de carga e ambiente
- > Desenvolvimento de indicadores “globais”
- > Preparação do relatório final

Seminário [Gestão da Segurança e da Operação e Manutenção de Redes Rodoviárias e Aeroportuárias](#)

Lisboa | LNEC > 13 de Novembro de 2008

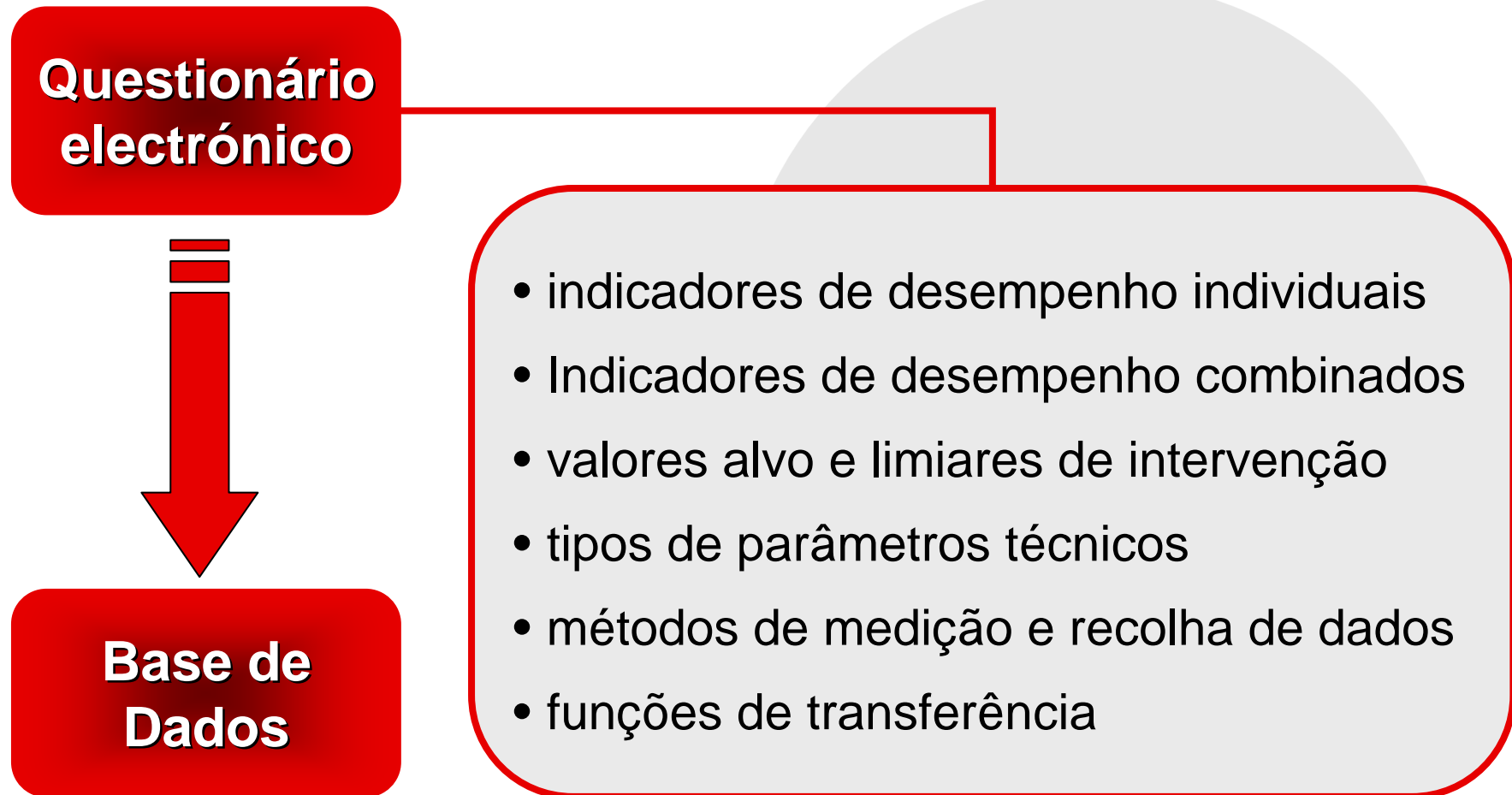
 Törrner  
Precisely Right.

 CRP  
CENTRO  
RODOVIÁRIO  
PORTUGUÊS

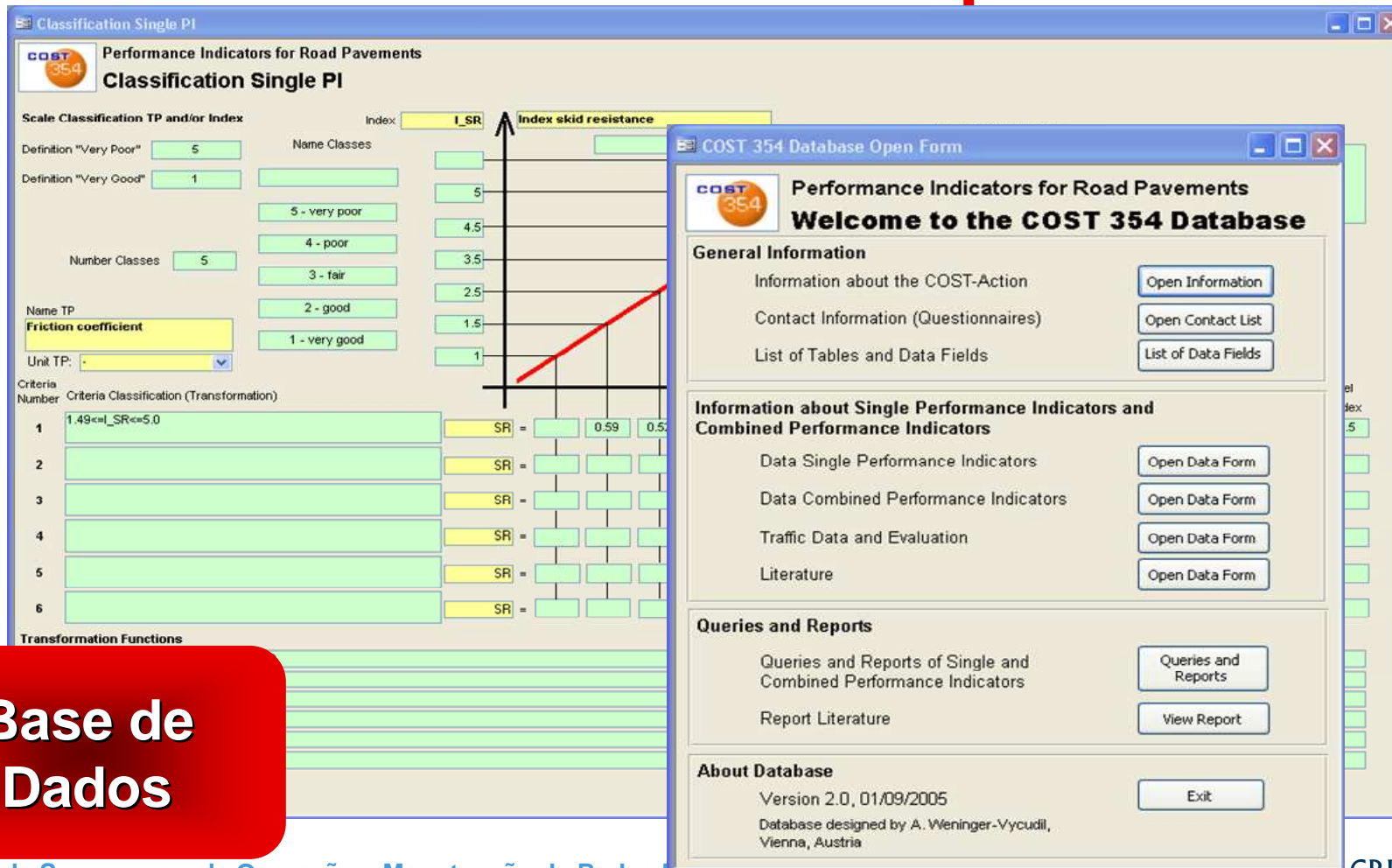
Patrocínio:



# Recolha de informação relativa a indicadores de desempenho



# Recolha de informação relativa a indicadores de desempenho



**Classification Single PI**

**Performance Indicators for Road Pavements**  
**Classification Single PI**

Scale Classification TP and/or Index

Index: **I\_SR** Index skid resistance

Definition "Very Poor" 5 Name Classes

Definition "Very Good" 1

Number Classes 5

Name TP: **Friction coefficient**

Unit TP: -

Criteria Classification (Transformation)

Criteria Number	Criteria Classification (Transformation)	SRI	SRI	SRI
1	1.49<=I_SR<=5.0	SRI =	0.59	0.5
2		SRI =		
3		SRI =		
4		SRI =		
5		SRI =		
6		SRI =		

Transformation Functions

**COST 354 Database Open Form**

**Performance Indicators for Road Pavements**  
**Welcome to the COST 354 Database**

**General Information**

- Information about the COST-Action
- Contact Information (Questionnaires)
- List of Tables and Data Fields

**Information about Single Performance Indicators and Combined Performance Indicators**

- Data Single Performance Indicators
- Data Combined Performance Indicators
- Traffic Data and Evaluation
- Literature

**Queries and Reports**

- Queries and Reports of Single and Combined Performance Indicators
- Report Literature

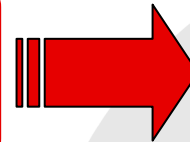
**About Database**

- Version 2.0, 01/09/2005
- Database designed by A. Weninger-Vycudil, Vienna, Austria

**Base de  
Dados**

# Apreciação e selecção de indicadores de desempenho individuais

**Indicadores de desempenho**



**Escala de 0 a 5:**

0 – óptimas condições  
5 – muito más condições

# Apreciação e selecção de indicadores de desempenho individuais

## Indicadores de desempenho

Regularidade longitudinal (PI\_E)

### Parâmetro técnico

IRI (mm)

### Função de Transferência

*(mais restritivo)*

$$PI_E = \text{MIN} (5; 0.1733 \cdot IRI^2 + 0.7142 \cdot IRI - 0.0316)$$

*(menos restritivo)*

$$PI_E = \text{MIN} (5; 0.816 \cdot IRI)$$

# Apreciação e selecção de indicadores de desempenho individuais

## Indicadores de desempenho

Regularidade longitudinal (PI\_E)

Regularidade transversal (PI\_R)

## Parâmetro técnico

Cavado de rodeira [RD] (mm)

## Função de Transferência

**Para todas as classes de estradas:**

$$PI_R = -0.0016 \cdot RD^2 + 0.2187 \cdot RD \quad [RD < 29.0 \text{ mm}]$$

$$PI_R = 5 \quad [\text{para } RD \geq 29.0 \text{ mm}]$$

**Para AE e estradas principais:**

$$PI_R = -0.0015 \cdot RD^2 + 0.2291 \cdot RD \quad [RD < 26.4 \text{ mm}]$$

$$PI_R = 5 \quad [RD \geq 26.4 \text{ mm}]$$

**Para estradas secundárias e locais:**

$$PI_R = -0.0023 \cdot RD^2 + 0.2142 \cdot RD \quad [RD < 46.9 \text{ mm}]$$

$$PI_R = 5 \quad [RD \geq 46.9 \text{ mm}]$$



# Apreciação e selecção de indicadores de desempenho individuais

## Indicadores de desempenho

Regularidade longitudinal (PI\_E)

Regularidade transversal (PI\_R)

Resistência à derrapagem (PI\_F)

## Parâmetro técnico

SFC (0 a 1) a 60 km/h

LFC (0 a 1) a 50 km/h

## Função de Transferência

**Medição do coef. atrito transversal:**

$$PI_F = \text{MAX}(0; \text{MIN}(5; -17.600 * \text{SFC} + 11.205))$$

**Medição do coef. atrito longitudinal:**

$$PI_F = \text{MAX}(0; \text{MIN}(5; -13.875 * \text{LFC} + 9.338))$$

# Apreciação e selecção de indicadores de desempenho individuais

## Indicadores de desempenho

Regularidade longitudinal (PI\_E)

Regularidade transversal (PI\_R)

Resistência à derrapagem (PI\_F)

Macrotextura (PI\_T)

### Parâmetro técnico

Profundidade Média do Perfil  
[MPD] (mm)

### Função de Transferência

*Para AE e estradas principais:*

$$PI_T = 6.6 - 5.3 \cdot MPD$$

*Para estradas secundárias:*

$$PI_T = 7.0 - 6.9 \cdot MPD$$

# Apreciação e selecção de indicadores de desempenho individuais

## Indicadores de desempenho

Regularidade longitudinal (PI\_E)

Regularidade transversal (PI\_R)

Resistência à derrapagem (PI\_F)

Macrotextura (PI\_T)

Capacidade de carga (PI\_B)

## Parâmetro técnico

Vida restante/Vida projecto [R/D]  
 $SCI_{300}$  ( $\mu\text{m}$ )

## Função de Transferência

$$PI_B = 5 \cdot (1 - R/D)$$

*para bases “fracas”*

$$PI_B = SCI_{300}/129$$

*para bases “fortes”*

$$PI_B = SCI_{300}/253$$

# Apreciação e selecção de indicadores de desempenho individuais

## Indicadores de desempenho

Regularidade longitudinal (PI\_E)

Regularidade transversal (PI\_R)

Resistência à derrapagem (PI\_F)

Macrotextura (PI\_T)

Capacidade de carga (PI\_B)

Ruído

Poluição do ar

Fendilhamento (PI\_CR)

Defeitos de superfície (PI\_SD)

# Combinação de Indicadores de Desempenho

## Critério de máximos avançado

$$\text{Indicador Combinado} = CPI_i = \min \left[ 5; I_1 + \frac{p}{100} \cdot \overline{(I_2, I_3, \dots, I_n)} \right]$$

com:

$$I_1 \geq I_2 \geq \dots \geq I_n \quad \text{e} \quad I_n = w_n \cdot PI_n$$

factor de influência  
(entre 10% e 20%)

“pesos” relativos (entre 0 e 1)

indicadores de desempenho  
individuais a considerar



## Indicadores Combinados

# Combinação de Indicadores de Desempenho



# Definição de um indicador Global de Desempenho

## Critério de máximos avançado

$$\text{Indicador Global} = GPI = \min \left[ 5; J_1 + \frac{p}{100} \cdot \overline{(J_2, J_3, J_4)} \right]$$

com:

$$J_1 \geq J_2 \geq J_3 \geq J_4 \text{ e } J_n = w_n \cdot CPI_n$$

factor de influência  
(entre 10% e 20%)

Pesos relativos aos  
respectivos “pesos” relativos  
(entre 0 e 1)

Indicadores combinados:  
n=1 segurança  
n=2 conforto  
n=3 capacidade de carga  
n=4 ambiente

**Indicador Global**

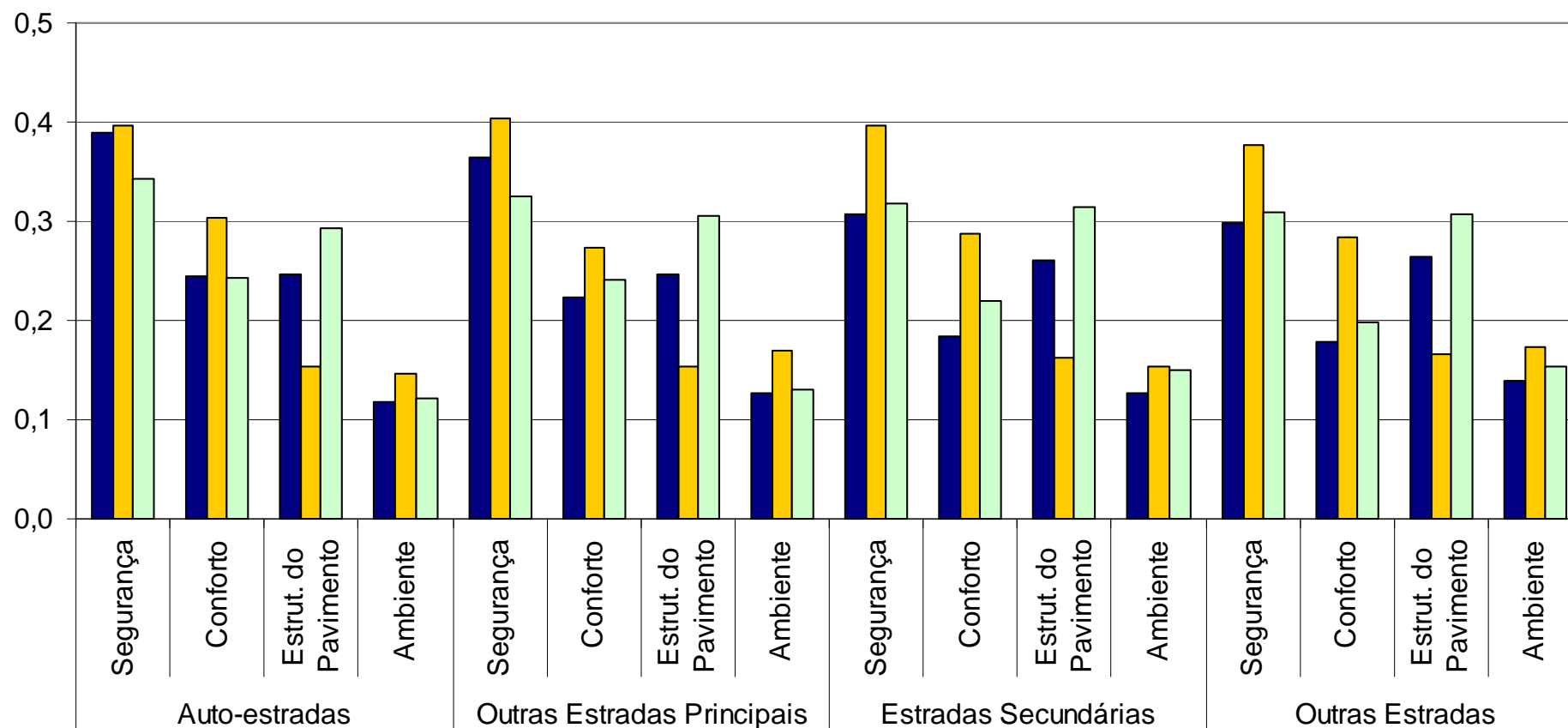
# Definição de um indicador Global de Desempenho



Sem  
Lis  
Patro



## Importância relativa de cada um dos indicadores combinados (média das respostas obtidas em 20 países)



Entidades responsáveis  
pela administração e  
exploração

Investigadores

Representantes  
dos utentes

## Considerações Finais

- > Através da Acção COST 354 – *Performance indicators for road pavements* – foram estabelecidos métodos para a determinação de indicadores de desempenho para pavimentos rodoviários
- > Foram tidas em conta as exigências e as expectativas das entidades responsáveis pela sua administração e exploração e dos utentes das infraestruturas
- > A aplicação prática dos resultados obtidos nesta Acção COST pode ser realizada tendo em atenção os procedimentos e métodos de avaliação do estado dos pavimentos em cada país e as necessidades específicas de cada tipo de estrada.

# Agradecimentos

- > O trabalho apresentado nesta comunicação foi realizado no âmbito da Acção COST 354, na qual participaram peritos de 24 países, liderada pelo Prof. Johan Litzka, da Technical University of Vienna (Áustria). Os grupos de trabalho desta Acção (WG) foram liderados pelos seguintes elementos:

WG1 *Collection of Existing Basic Information*

Bohan Leben,  
ZAG, Eslovenia;

WG2 *Selection and Assessment of Individual Performance Indicators*

Francesca La Torre,  
University of Florence, Itália

WG3 *Combination of Individual Performance Indexes*

Alfred Weninger-Vycudil  
PMS Consult, Áustria

WG4 *Development of a General Performance Index*

Maria de Lurdes Antunes  
LNEC, Portugal

WG5 *Final Report*

Johan Litzka,  
Tec. Univ. of Vienna, Áustria