



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

INDICADORES DE DESEMPENHO PARA PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS

Maria de Lurdes Antunes, LNEC

mlantunes@lnec.pt

Acção COST 354

“Performance Indicators for Road Pavements”

> Objectivos:

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

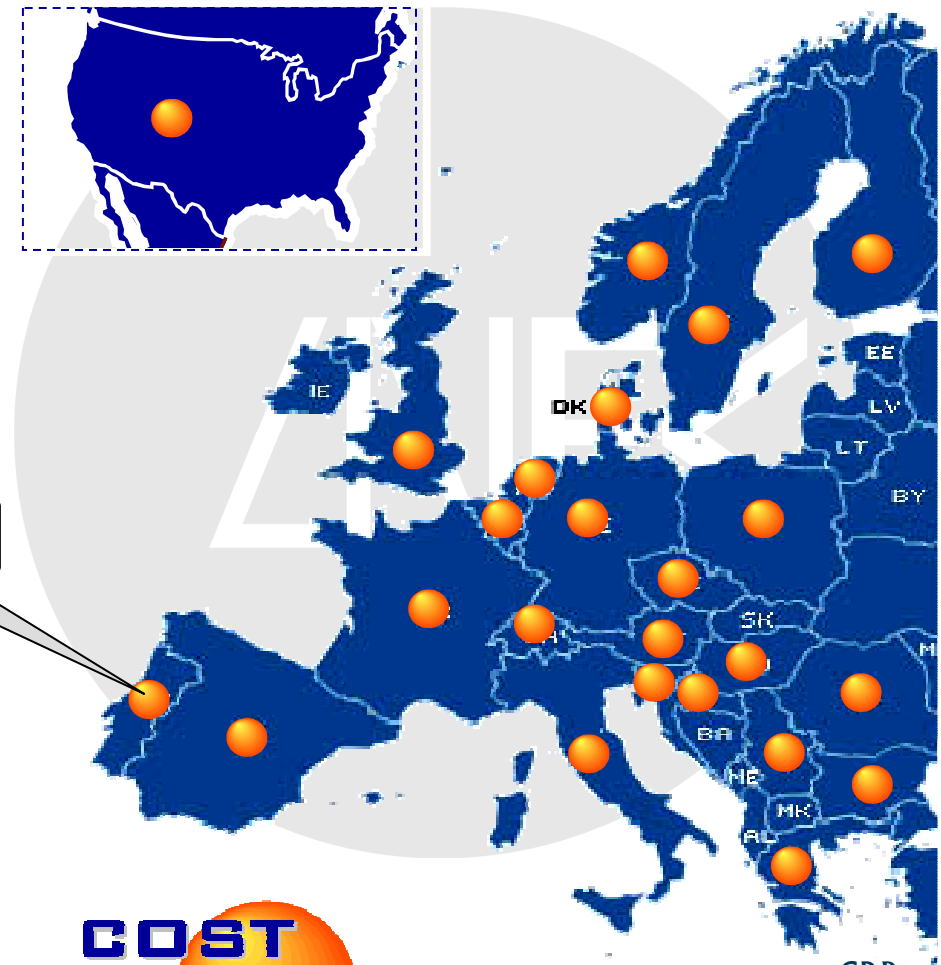
> Participação:

- 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

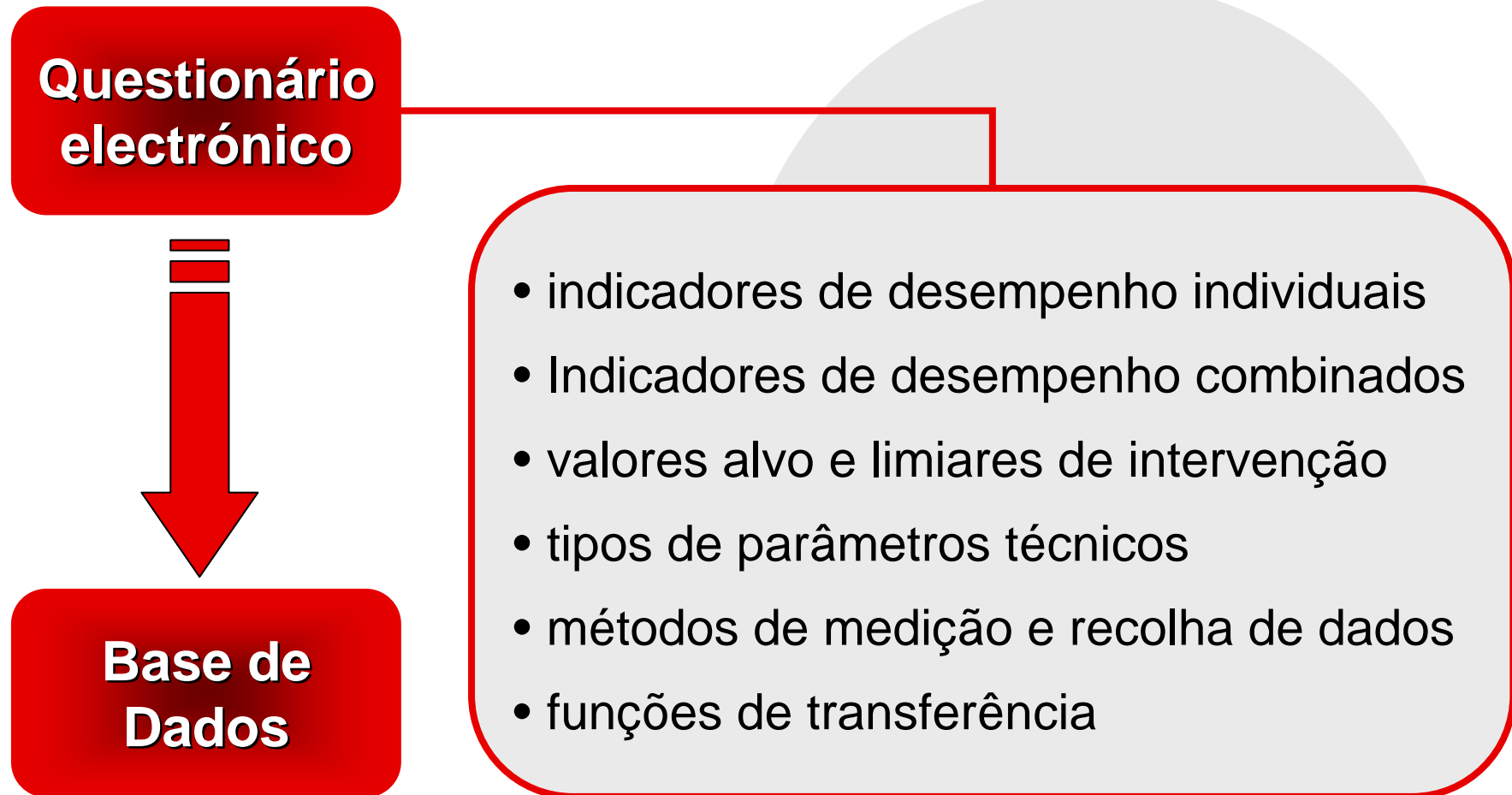
 Tönnemund
Precisely Right.

 CRP
CENTRO
RODOVIÁRIO
PORTUGUÊS

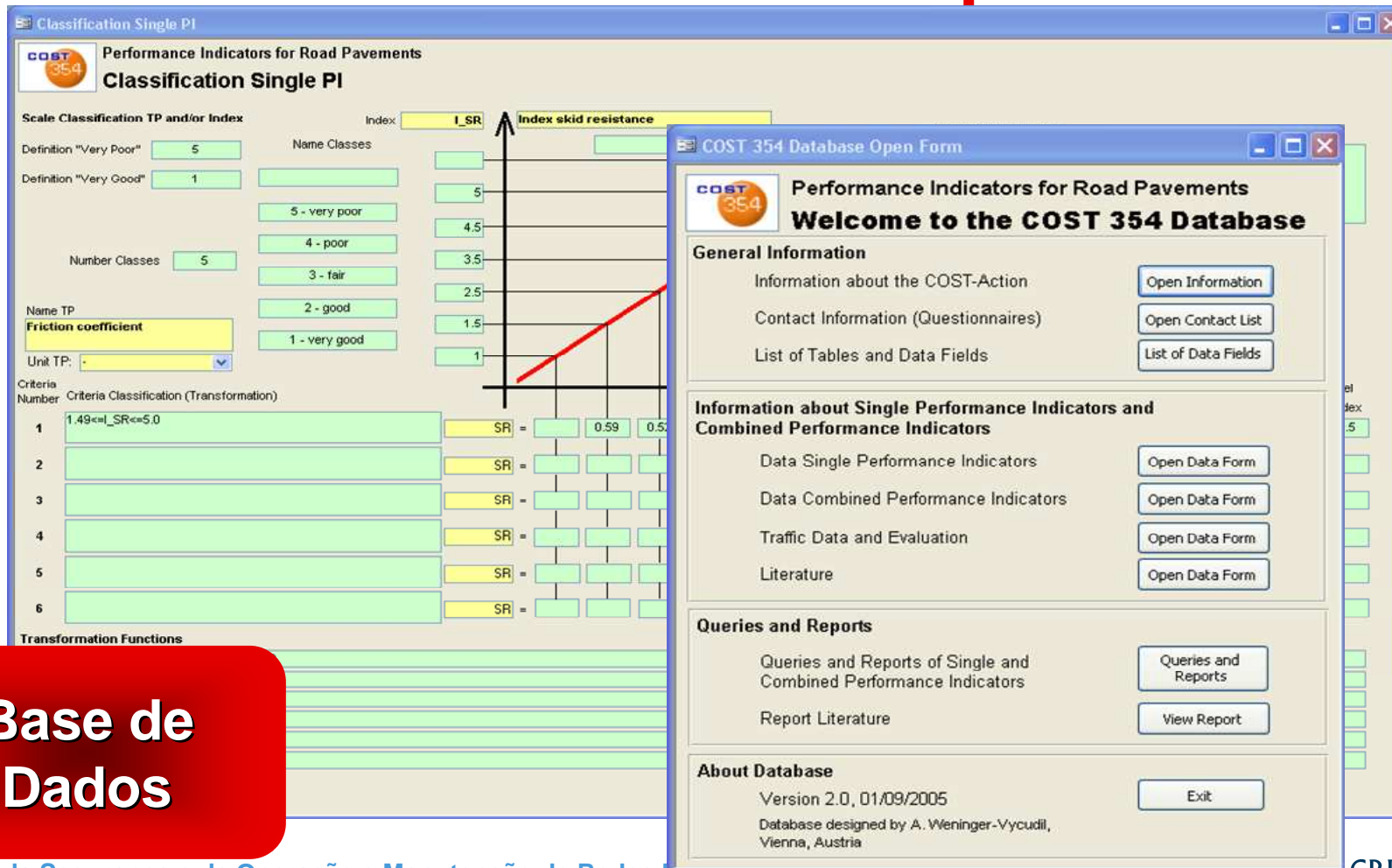
Patrocínio:



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
Definition "Very Good" 1

Number Classes 5

Name TP: **Friction coefficient**
Unit TP: -

Criteria Classification (Transformation)

Criteria Number	Criteria Classification (Transformation)	SRI	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

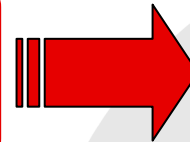
About Database

- 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} (μm)

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)

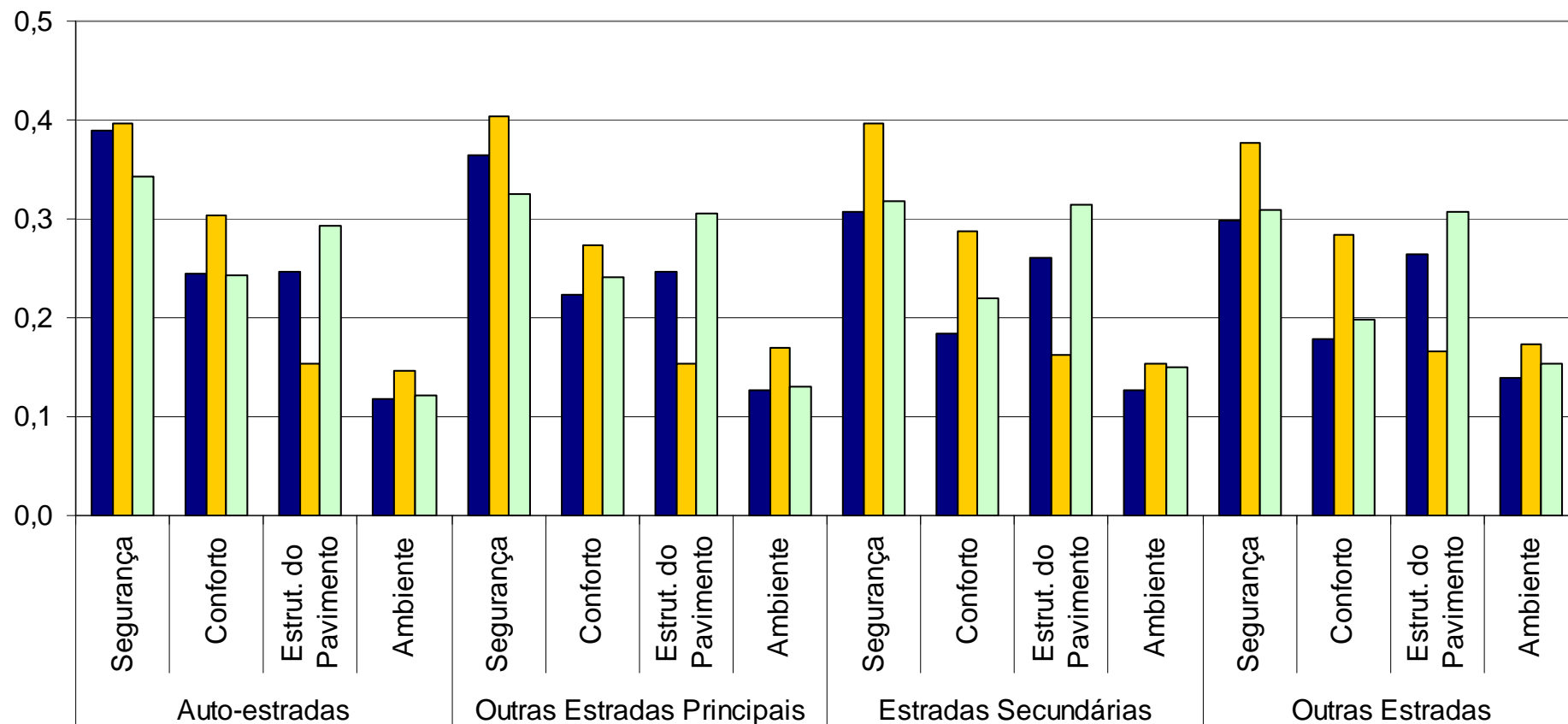
Indicadores combinados:
n=1 segurança
n=2 conforto
n=3 capacidade de carga
n=4 ambiente

Indicador Global

Definição de um indicador Global de Desempenho



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