

APLICAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS NA GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS RODOVIÁRIAS

Maria de Lurdes Antunes¹ e Vânia Marecos²

¹Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Conselho Diretivo, Avenida do Brasil, n.º 101, 1700 Lisboa, Portugal
email: mlantunes@lnec.pt <http://www.lnec.pt>

²Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Núcleo de Infraestruturas Rodoviárias e Aeroportuárias, Avenida do Brasil, n.º 101, 1700 Lisboa, Portugal

Sumário

Neste trabalho apresentam-se as principais ações desenvolvidas e os resultados alcançados no âmbito do projeto Europeu EVITA –“Environmental Indicators for the Total Road Infrastructure Assets”, que foi recentemente concluído. Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de indicadores para a caracterização do desempenho de infraestruturas rodoviárias do ponto de vista ambiental, por forma a dar resposta, não só às preocupações dos utentes da estrada e das administrações rodoviárias e operadores, mas sobretudo, às preocupações da sociedade em geral, relacionadas com o ambiente e com os impactos das infraestruturas na qualidade de vida das populações que habitam na vizinhança da estrada. Como resultado do projeto EVITA, foram propostos quatro grupos de indicadores ambientais relacionados com: ruído, poluição do ar, poluição da água e impactos nos recursos naturais.

Palavras-chave: Indicadores ambientais, Gestão de infraestruturas.

1 INTRODUÇÃO

No âmbito das atividades relacionadas com as infraestruturas rodoviárias, para além da preocupação associada à segurança, conforto e ao desempenho estrutural, que tem como principais partes interessadas (“stakeholders”) os utentes das estradas e os responsáveis pela sua construção e exploração, é atualmente dada uma crescente importância à necessidade de limitar os impactos ambientais e o consumo de recursos naturais relacionados com estas infraestruturas. Estas preocupações adquirem relevância não só para os utentes da estrada e para as administrações rodoviárias e operadores, mas sobretudo, para as populações que habitam na vizinhança da estrada e para a sociedade em geral.

No seguimento da ação COST 354 “Performance Indicators for Road Pavements” [1], onde foram definidos indicadores de desempenho para diversos tipos de infraestruturas rodoviárias, desenvolveu-se o projecto europeu EVITA “Environmental Indicators for the Total Road Infrastructure Assets”, financiado pelo programa ERANET Roads, que teve como principal objetivo a definição de indicadores ambientais, EPI (Environment Performance Indicators) e o desenvolvimento de recomendações para a sua aplicação na gestão de infraestruturas rodoviárias.

Neste trabalho apresentam-se os principais resultados obtidos no referido projeto, no qual colaboraram instituições de investigação de seis países Europeus, nos quais se inclui o LNEC.

2 INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAIS

As infraestruturas rodoviárias constituem um ativo essencial para a economia e bem-estar da sociedade atual. No entanto, a sua construção, exploração e manutenção de infraestruturas rodoviárias acarreta impactos negativos para o ambiente, que importa conhecer e mitigar, na medida do possível. Muito embora todas as partes interessadas (entidades financiadoras, administrações rodoviárias, concessionárias, utentes, habitantes locais, e sociedade em geral) sejam afetadas por esses impactos negativos, pode dizer-se que as populações locais e a sociedade em geral são os principais “interessados” no conhecimento e aplicação de indicadores ambientais na

gestão das infraestruturas. Na Figura 1 resumem-se os principais impactos das infraestruturas rodoviárias para as populações locais e para a sociedade em geral [2].

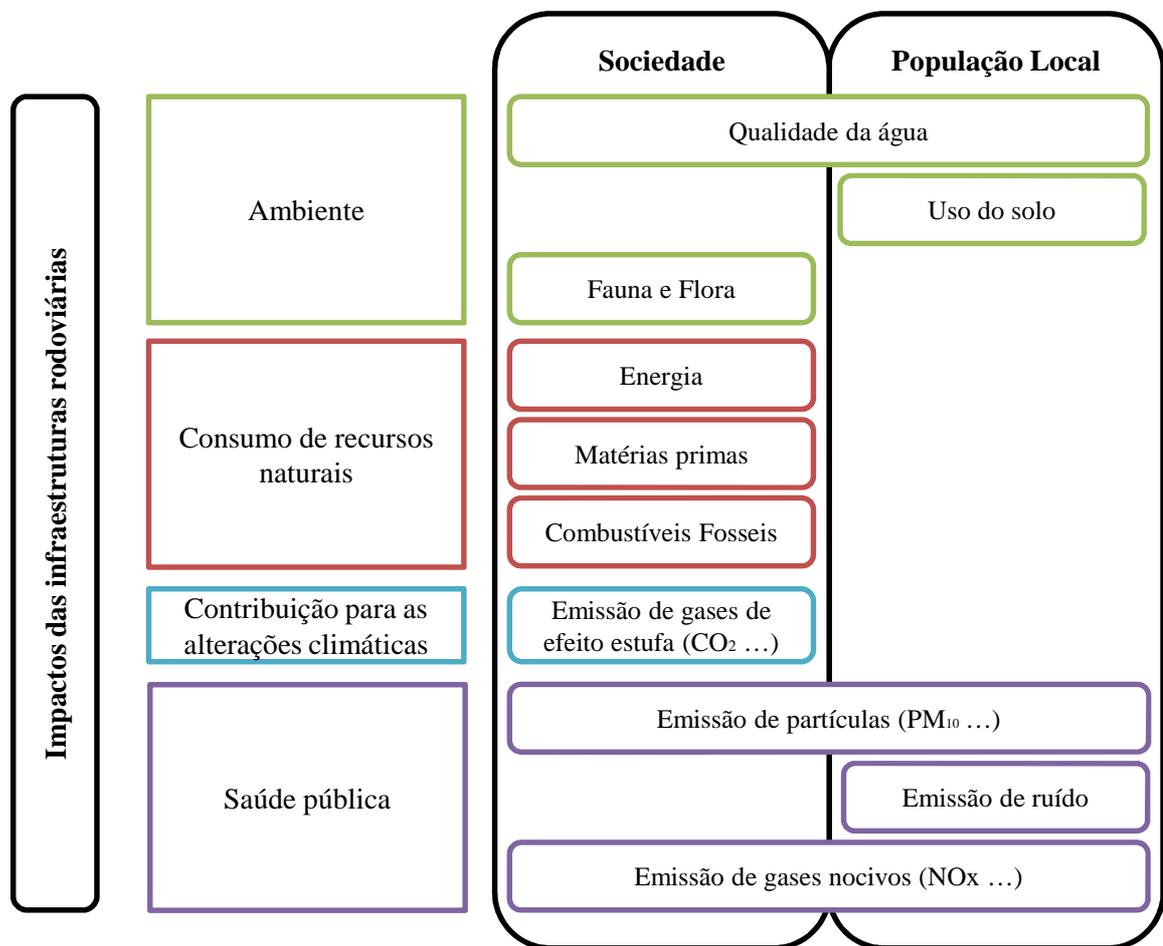


Fig. 1 – Impacto das infraestruturas rodoviárias na sociedade e população Local

Na sequência da revisão bibliográfica efetuada e da análise das expectativas das várias partes interessadas [2] são propostos quatro grupos de indicadores ambientais relacionados com os seguintes impactos da infraestrutura:

- a) Poluição sonora;
- b) Poluição atmosférica;
 - o Emissões de gases com efeito de estufa;
 - o Emissões com impacto na saúde (qualidade do ar);
- c) Poluição da água;
- d) Consumo de recursos naturais.

No Quadro 1 indicam-se de forma resumida as origens, as medidas de mitigação, os impactos e as expectativas das populações locais e da sociedade relacionados com cada um dos tipos de indicadores referidos anteriormente.

Quadro 1 – Caracterização dos indicadores ambientais relacionados com as infraestruturas rodoviárias

Indicador	Origem	Mitigação	Impacto	Expectativas
Ruído	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ruído de rolamento ○ Ruído do motor 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Barreiras de ruído ○ Camada de desgaste ○ Gestão de tráfego 	<ul style="list-style-type: none"> ○ População exposta ○ População incomodada 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Redução da exposição de ruído e de nível de incómodo
Qualidade do ar	<ul style="list-style-type: none"> ○ Emissões dos veículos 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Veículos com baixas emissões ○ Veículos com combustíveis de baixo teor de carbono ○ Medidas de gestão de tráfego (velocidade, fluxo) ○ Gestão de procura (redução de tráfego) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Impactos de saúde na população exposta ○ Impactos em edifícios ○ Alterações climáticas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Redução das emissões totais ○ Redução do número de população exposta
Água	<ul style="list-style-type: none"> ○ Poluição da água pelo tráfego (gases de escape, travões, desgaste do motor, fugas de óleo e de combustível) ○ Água salgada pela manutenção no inverno ○ Derrames químicos de acidentes 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemas de drenagem incluindo sistemas de tratamento de água ○ Quantidade de sal ○ Gestão de tráfego ○ Gestão dos transportes de cargas perigosas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Poluição afetando cursos de água, lençóis de água e terrenos ○ Hidrocarbonatos ○ Sal ○ Metais pesados 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Redução de poluição
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ○ Consumo de materiais não renováveis ○ Consumo de energia, emissão de CO₂ para a produção de materiais e construção de infraestruturas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aplicar a hierarquia de redução de desperdícios: “reduzir” “reutilizar”, “reciclar” 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Consumo de materiais não renováveis ○ Consumo de energia ○ Emissão de CO₂ ou equivalentes 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Redução do uso de recursos minerais ○ Redução do consumo de energia fóssil ○ Redução dos gases de efeito estufa

Tendo em atenção que, para muitas das redes rodoviárias, a informação de que se dispõe relativamente aos aspetos ambientais é ainda limitada, optou-se pela definição de indicadores relativamente simples, baseados em informações mínimas, que possam ser posteriormente adaptados à medida que se for dispondo de mais e melhor informação.

À semelhança do procedimento adotado na ação COST 354 [1], cada indicador é calculado com base numa ou mais varáveis de entrada (Parâmetros Técnicos, TP), e expresso através de um índice a-dimensional, numa escala de 0 (muito bom) a 5 (muito mau) (Figura 2), utilizando funções de transferência apropriadas.



Fig. 2 – Escala dos indicadores de desempenho

3 POLUIÇÃO SONORA

Tendo em atenção que o ruído ambiente pode ter inúmeros efeitos negativos na saúde humana, a Diretiva do Ruído Ambiente 2049/49/EC (END – “*European Noise Directive*”) [3] estabelece a obrigatoriedade de elaborar mapas de ruído para estradas com mais de 6 milhões de veículos por ano e estabelecer os subsequentes planos de ação. De acordo com aquela Diretiva, os indicadores de ruído utilizados para quantificar o desconforto associado à exposição ao ruído e elaborar os mapas de ruído estratégicos são [3]:

- L_{den} , que está relacionado com o nível de ruído global ao longo do período dia/entardecer/noite;
- L_{night} , que é um indicador do nível sonoro durante a noite.

No âmbito do projeto EVITA, são definidos 3 grupos de indicadores, referidos em seguida:

- a) Indicadores de emissão, correspondentes à quantificação do nível de ruído, como L_{den} ou L_{night} ;
- b) Indicadores de exposição, correspondentes à quantificação da população que está exposta a níveis de ruído superiores a determinados limites, como por exemplo os máximos estabelecidos em cada país para L_{den} (n_{den}) e L_{night} (n_{night});
- c) Indicadores de impacto, correspondentes à quantificação da população afetada pela ocorrência de níveis de ruído superiores ao máximo estabelecido para L_{den} (n_{HA}) e da população que sofre de perturbações do sono devido à ocorrência de níveis de ruído superiores ao máximo estabelecido para L_{night} (n_{HSD}). Este último grupo de indicadores exprime, de certa forma, as consequências da exposição ao ruído, devendo sempre ser utilizado em associação com os correspondentes indicadores de exposição.

Os principais passos para a determinação dos indicadores ambientais relativos ao ruído propostos pelo projeto EVITA [4] são os seguintes:

1. Definição da área geográfica exposta ao ruído de tráfego, incluindo informações relativas a edificações, topografia, meteorologia, densidade populacional;
2. Recolha de informação sobre a infraestrutura rodoviária: volume de tráfego e distribuição, velocidade, tipo de camada de desgaste, existência de barreiras sonoras. Anota-se que este tipo de informação é de recolha obrigatória nas estradas de elevado tráfego, de acordo com a END.
3. Estimativa da exposição da população ao ruído de tráfego, utilizando um modelo apropriado de emissão e de propagação, como por exemplo o modelo CNOSSOS (*Common NOise aSSessment methOdS*) recomendado pela EU [5];
4. Cálculo do indicador EPI relativo ao ruído.

Geralmente, os passos 1 a 3 são já realizados pelas Administrações Rodoviárias, para estradas de elevado tráfego. A área afetada pelo ruído pode ser definida através da área na qual o ruído de tráfego é superior a um determinado valor, por exemplo, 55 dB(A) para o período *den* (dia-entardecer-noite) ou 50 dB(A) para o período *night* (noite).

Tendo em vista a determinação de indicadores de exposição, pode então estimar-se o número de pessoas expostas a determinados níveis de ruído i,j , estabelecidos como limite, $n_{den,i}$ ou $n_{night,j}$, e calcular-se as respetivas percentagens relativamente ao universo dos habitantes expostos ao ruído de tráfego (n_{den} e n_{night}) e os indicadores EPI daí resultantes, de acordo com as expressões:

$$TP_{Noise,den} = 100 \cdot \frac{n_{den,i}}{n_{den}} \quad (1)$$

$$EPI_{Noise,den} = 0.05 \cdot TP_{Noise,den} \quad \text{with } [0 \leq EPI_{Noise,den} \leq 5] \quad (2)$$

$$TP_{Noise,night} = 100 \cdot \frac{n_{night,i}}{n_{night}} \quad (3)$$

$$EPI_{Noise,night} = 0.05 \cdot TP_{Noise,night} \quad \text{with } [0 \leq EPI_{Noise,night} \leq 5] \quad (4)$$

As funções de transformação entre os parâmetros TP e os indicadores EPI devem ser estabelecidas em função da experiência própria de cada Administração Rodoviária. As funções apresentadas nas equações (2) e (4) são propostas pelo projeto, nos casos em que não existe experiência local. Quando não existem valores limite para os níveis de ruído L_{den} e L_{night} , são sugeridos valores de 60 dB(A) para o período *den* (dia-entardecer-noite) e de 55 dB(A) para o período *night* (noite).

Conforme referido, para além dos indicadores “de exposição”, foram ainda definidos indicadores “de impacto” relacionados com os incómodos e as perturbações do sono induzidas pelo ruído nas populações. Para a sua determinação é necessário dispor de modelos que permitam estimar o número de pessoas perturbadas por um determinado nível de ruído. Nos relatórios do projeto EVITA [4, 6] são apresentados exemplos de funções para essa estimativa, baseados em estudos realizados em França.

Os indicadores propostos são aplicáveis a secções de Estrada de qualquer extensão, cujo valor representativo será a média do indicador ao longo da secção. No entanto, tal como para qualquer outro indicador de desempenho, não se recomenda o seu cálculo para secções demasiado extensas, que possam mascarar alguma zona singular, nem para secções muito curtas, uma vez que a exposição ao ruído não é um fenómeno localizado. Recomenda-se a adoção de secções entre 200 m e 1 km, apontando-se para uma extensão de referência de 500 m.

4 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

A degradação da qualidade do ar pode ter impactos significativos na saúde das pessoas, animais e plantas, prejudicando ainda o solo e o património construído. As emissões de gases e partículas que contribuem para a degradação da qualidade do ar e para o efeito de estufa são devidas a diversas atividades da sociedade atual, sendo o transporte rodoviário uma fonte de poluição significativa, apesar de não ser a única. Grande parte das emissões de partículas e gases nocivos relacionadas com o transporte rodoviário são geradas pela circulação de veículos movidos por combustíveis fósseis, muito embora as atividades de construção e manutenção das infraestruturas rodoviárias também contribuam para as emissões. Neste capítulo abordam-se as emissões do primeiro tipo, sendo as emissões relacionadas com a construção e manutenção tratadas no âmbito do “consumo de recursos naturais”.

Neste âmbito, são propostos dois níveis de indicadores:

- a) Indicadores de emissão, correspondentes à quantidade de poluentes emitidos para a atmosfera, designadamente CO_2 (efeito de estufa), NO_x e PM (partículas);
- b) Indicadores de exposição, correspondentes à quantificação da população que está exposta a concentrações de NO_2 ou de PM_{10} (partículas de dimensão inferior a 10 μm) superiores aos limites fixados pela União Europeia.

Os indicadores propostos baseiam-se na aplicação de modelos de emissão e de dispersão, utilizando como dados de entrada informações sobre o tráfego (tipo de veículos, velocidades e volumes de tráfego). Existem algumas ferramentas para o cálculo das emissões dos veículos, tal como a que se refere em [7]. Existem mais de 140 modelos para a qualidade do ar, que estão descritos em [8].

Os principais passos para o cálculo de indicadores relativos à poluição atmosférica indicam-se em seguida:

1. Definição da área adjacente à estrada, que se encontra exposta à poluição do tráfego. Na prática, os níveis de poluição decrescem rapidamente com a distância, estando as concentrações de poluentes próximas dos níveis de base para distâncias da ordem de 200 m.
2. Cálculo das emissões induzidas pelo tráfego (toneladas por km por ano) utilizando modelos apropriados.
3. Cálculo do número de habitantes exposto aos limites estabelecidos pela UE, utilizando modelos de dispersão e elementos sobre a distribuição da população (EPI de exposição).
4. Cálculo dos indicadores EPI.

O indicador de emissão relativo às emissões de CO_2 é determinado a partir das emissões expressas em toneladas de carbono (representado por $TP_{emissions, \text{CO}_2}$). Caso os modelos utilizados forneçam os resultados expressos em toneladas de CO_2 , bastará multiplicar por 0,272 para obter o equivalente em toneladas de carbono.

$$EPI_{emissions,CO_2} = \min[0.0025 \times TP_{emissions,CO_2} ; 5] \quad (5)$$

Anote-se que as emissões de CO₂ são relevantes devido à sua contribuição para as alterações climáticas havendo limites de emissão fixados ao nível global e nacional. A função de transformação proposta foi selecionada por forma que em 2012, um valor de $EPI_{emissions,CO_2} = 5$ corresponda a uma estrada com volume de tráfego superior a cerca de 100 000 veículos por dia. À medida que os veículos forem evoluindo, esta situação tenderá a melhorar. Por outro lado, recomenda-se que a referida função seja adaptada face às condições locais.

Os indicadores correspondentes às emissões com efeitos nocivos são dados por:

$$EPI_{emissions,NO_x} = \min[0.333 \times TP_{emissions,NO_x} ; 5] \quad (6)$$

$$EPI_{emissions,PM} = \min[5 \cdot TP_{emissions,PM} ; 5] \quad (7)$$

Sendo $TP_{emissions,NO_x}$ e $TP_{emissions,PM}$, respetivamente, as emissões de NO_x ou de partículas (PM) em toneladas por km e por ano. À semelhança do indicador relativo às emissões de CO₂, as funções de transformação propostas correspondem a valores de EPI da ordem de 5 para volumes de tráfego da ordem de 100 000, mas deverão ser adaptadas face às condições locais.

Os indicadores de exposição à poluição atmosférica são função do número de pessoas por km, expostas a níveis de NO₂, $n_{NO_2/l}$, e de PM₁₀, $n_{PM10/l}$, superiores aos limites estabelecidos pela EU, sendo determinados através das expressões apresentadas em baixo. Os referidos limites fixados pela EU são 40 µg/m³ (média anual) e 50 µg/m³ (média em 24h), respetivamente para as concentrações de NO₂ e de PM₁₀.

$$TP_{exposure,NO_2} = \frac{n_{NO_2}}{l} \quad (8)$$

$$EPI_{exposure,NO_2} = \min [0.05 \cdot TP_{exposure,NO_2} ; 5] \quad (9)$$

$$TP_{exposure,PM10} = \frac{n_{PM10}}{l} \quad (10)$$

$$EPI_{exposure,PM10} = \min [0.2 \cdot TP_{exposure,PM10} ; 5] \quad (11)$$

5 POLUIÇÃO DA ÁGUA

O desenvolvimento de indicadores relativos ao impacto das infraestruturas de transportes na poluição da água foi desenvolvido tendo em consideração o processo através do qual os poluentes são gerados, removidos pela água da chuva, recolhidos, transportados e, eventualmente tratados, pelo sistema de drenagem da estrada, antes de serem libertados no ambiente (Figura 3).

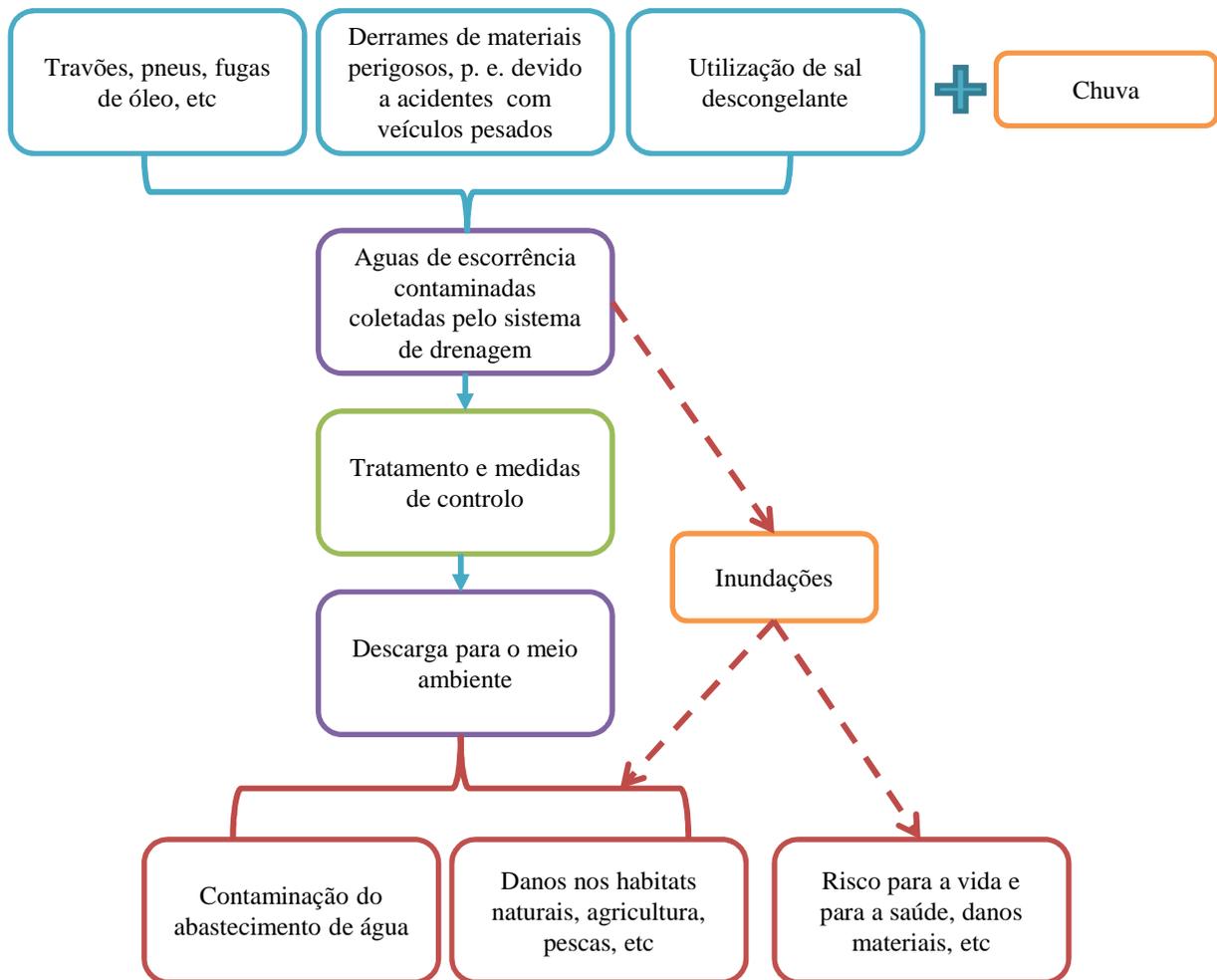


Fig. 3 – Papel do sistema de drenagem nos impactos das infraestruturas rodoviárias na poluição das águas

O projeto EVITA propõe dois indicadores relativos ao impacto das infraestruturas na poluição das águas: um indicador EPI_{water} , relacionado com a possibilidade de descarga de poluentes para os recursos de águas subterrâneas e superficiais e seus impactos; um indicador EPI_{salt} , relacionado com os impactos do sal descongelante utilizado na manutenção de inverno, que em Portugal tem reduzida relevância.

Os principais passos para a determinação do indicador EPI_{water} descrevem-se em seguida.

1. A determinação do parâmetro PI_{pol} (cujo valor máximo é 1) relacionado com o risco de descargas de poluentes devido a acidentes com veículos transportando mercadorias perigosas, com base no volume de tráfego e no conhecimento de condições locais que possam aumentar esse risco.
2. A determinação do parâmetro $PI_{outfall}$ (entre 0 e 5) relacionado com os efeitos da descarga de poluentes provenientes da infraestrutura na contaminação das águas superficiais ou subterrâneas, em função da orografia, profundidade do nível freático, formações geológicas (no caso das águas subterrâneas) ou do tipo de cursos de água onde se dá a descarga (no caso das águas superficiais). Este parâmetro é ponderado por forma a ter em consideração a sensibilidade do ambiente e a existência de medidas de tratamento da poluição.
3. A determinação do parâmetro $P_{capacity}$ (entre 0 e 5), relacionado com a capacidade do sistema de drenagem.
4. A determinação do parâmetro $PI_{condition}$ (entre 0 e 5) relativo à condição estrutural e funcional dos órgãos de drenagem.

O indicador EPI_{water} é então calculado por:

$$EPI_{Water} = PI_{pollution} \cdot \min \left\{ 5 ; \left[\max \left(PI_{outfall} ; PI_{capacity} \right) + p \cdot PI_{condition} \right] \right\} \quad (12)$$

Sendo p um fator de influência destinado a ponderar a importância atribuída ao estado dos órgãos de drenagem. É recomendado um valor da ordem de 0,6, para este indicador.

6 CONSUMO DE RECURSOS NATURAIS

Os indicadores propostos para o consumo de recursos naturais aplicam-se essencialmente na seleção de soluções para construção, reabilitação e manutenção das infraestruturas, tendo em atenção:

- A preservação da natureza e a limitação do consumo de matérias-primas;
- A redução do consumo de energia e das emissões de CO₂;
- A limitação de deposição de materiais em vazadouro.

Neste contexto, são propostos dois indicadores:

- O indicador de eficiência das matérias-primas (Material Resource Efficiency Indicator), $EPI_{Resources}$;
- O indicador de redução do carbono incorporado (Embodied Carbon Reduction Indicator), EPI_{ECR} .

O indicador de eficiência das matérias-primas é determinado, para cada elemento funcional (f), com base na relação entre a massa de material reciclado utilizado na construção (R_j) e a massa total de materiais aplicados (T_j), afetada por fatores de ponderação que devem ser escolhidos em função da disponibilidade de matérias-primas (A_j), da complexidade do processo quando se utilizam materiais reciclados (D_j), do potencial para a utilização de materiais reciclados (E_j) e de outras condições locais específicas (S_j). Este indicador pode ser normalizado através da consideração dos custos dos diversos materiais ou da emissão de CO₂ associada à sua utilização (c_j), consoante os objetivos. Tem-se assim:

$$TP_{Re\ sources.i} = \frac{\sum_f R_j \cdot c_j \cdot A_j \cdot D_j \cdot E_j \cdot S_j}{\sum_f T_j \cdot c_j} \quad (13)$$

$$EPI_{Re\ sources} = 5 - 5 \cdot TP_{Re\ sources} \quad \text{where } [0 \leq EPI_{Re\ sources} \leq 5] \quad (14)$$

O indicador de redução do carbono incorporado tem como objetivo encorajar a adoção de materiais e processos que minimizem o consumo de energia e de carbono, geralmente expresso em kg de CO₂ por unidade funcional (por exemplo, por km de estrada, por tonelada de mistura betuminosa aplicada, etc). Este indicador deverá ser determinado tendo em atenção todas as fases do ciclo de vida dos produtos, designadamente, a extração e o processamento de matérias-primas, a produção de misturas e outros produtos, a aplicação em obra, a operação e conservação da infraestrutura e a alienação ou reutilização no final do ciclo. Existem bases de dados com informações relativas à energia e ao carbono incorporados na generalidade dos materiais de construção, como por exemplo a que se refere em [9].

O indicador de redução do carbono, EPI_{CR} , é utilizado para comparação de diferentes soluções alternativas (i), para as quais se calcula a massa total de CO₂ incorporado por unidade funcional, ECD_i , tomando-se como referência a solução correspondente ao maior dispêndio de energia, ECD_{MAX} :

$$TP_{ECR,i} = \frac{ECD_{MAX} - ECD_i}{ECD_{MAX}} \quad (15)$$

$$EPI_{ECR} = 5 - 5 \cdot TP_{ECR,i} \quad (16)$$

Finalmente, refere-se que, para além destes indicadores, as soluções alternativas de construção e conservação devem ser comparadas entre si do ponto de vista da emissão de gases com efeito de estufa durante a construção, através da determinação dos correspondentes valores de emissões equivalentes de CO₂ (CO₂e), utilizando as bases de dados anteriormente referidas [9].

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado do projeto EVITA, foram propostos quatro grupos de indicadores ambientais relacionados com: ruído, poluição do ar, poluição da água e impactos nos recursos naturais. Foi elaborado um guia onde estão reunidos os principais resultados alcançados no projeto [6], tendo como principal objetivo uniformizar e promover a utilização dos indicadores ambientais, através da sintetização de forma organizada dos procedimentos para a sua aplicação.

Para cada um dos indicadores propostos, foi elaborada uma ficha onde consta uma descrição, modo de aquisição de dados, processos de cálculo e recomendações para a sua aplicação. Esta ficha é ainda complementada com um exemplo prático da utilização do indicador num caso de estudo.

REFERÊNCIAS

1. J. Litzka, B. Leben, F. La Torre, A. Weninger-Vycudil, M. de Lurdes Antunes, D. Kokot, G. Mladenovic, S. Brittain, H. Viner. The Way Forward for Pavement Performance Indicators Across Europe, COST Action 354 Performance Indicators for Road Pavements Final Report, FSV – Austrian Transportation Research Association, Karlsgasse 5, 1040 Vienna, Austria. <http://cost354.zag.si/>
2. Ph. Lepert, G. Mladenovic, A. Weninger-Vycudil, N. Vajdic - Stakeholder's categories and sub-categories - Expectations - Necessary and existing KPIs, Deliverable D 2.1, June 2011. – EVITA, Environmental Indicators for the Total Road Infrastructure Assets
3. European Union, Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise, vol. L. 2002, p. 12-26.
4. M. Jones, T. Bradbury, J. Cesbron, B. Harris, D. Kokot, A. Lester, C. Thomas, H. Viner, A. Weninger-Vycudil - Report on recommended E-KPIs, Deliverable D 3.1, June 2012. – EVITA, Environmental Indicators for the Total Road Infrastructure Assets
5. S. Kephelopoulou; F. Anfosso-Lédée, "Common NOise ASSESSMENT MethOdS in EU (CNOSSOS-EU) -To be used by the EU Member States for strategic noise mapping after adoption as specified in the Directive 2002/49/EC", JRC-IHCP, Draft JRC Reference Report, 2010.
6. Julijana Jamnik, Maria de Lurdes Antunes, Kevin Turpin, Darko Kokot, Alfred Weninger-Vycudil, Julien Cesbron- Practical Guide for the use of E-KPIs in pavement management practice, Deliverable D 4.2, October 2012. – EVITA, Environmental Indicators for the Total Road Infrastructure Assets
7. <http://www.emisia.com/copert/>
8. EIONET MDS Air Quality Models website
http://pandora.meng.auth.gr/mds/strquery.php?wholedb&MTG_Session=3e72b2e081fb02fc8ce890d33de341d3
9. Stripple, H.: Life Cycle Assessment of Road, IVL, Sweden, 2001, accessed in Dec 2011, <http://www.ivl.se/download/18.7df4c4e812d2da6a416800071481/B1210E.pdf>