

Contaminação do solo e das águas subterrâneas em aeroportos: origem e risco potencial



Nunes L. M.

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade do Algarve
lnunes@ualg.pt

9º Seminário sobre
águas subterrâneas
FCT-UNL, Campus da Caparica
7-8 Março 2013





Índice de temas

Generalidades

Metodologia para cálculo do risco ambiental (saúde)

Resultados:

- Substâncias encontradas em solos e águas subterrâneas em aeroportos
- Risco potencial colocados por estas substâncias

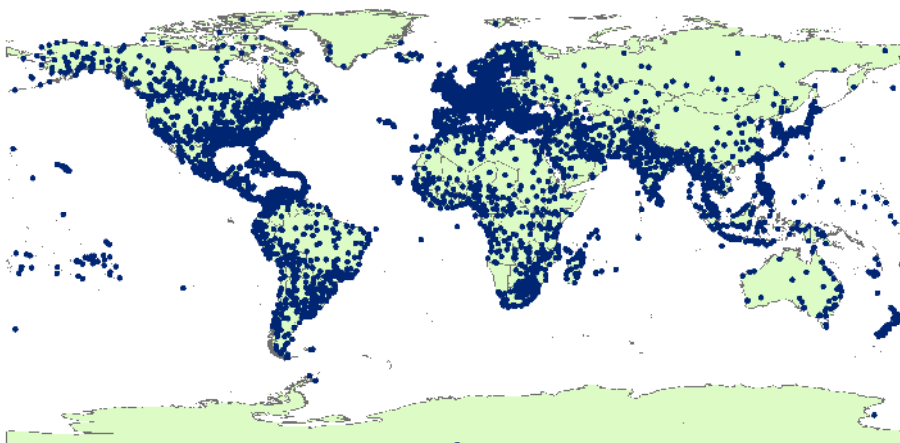
Conclusões

GENERALIDADES

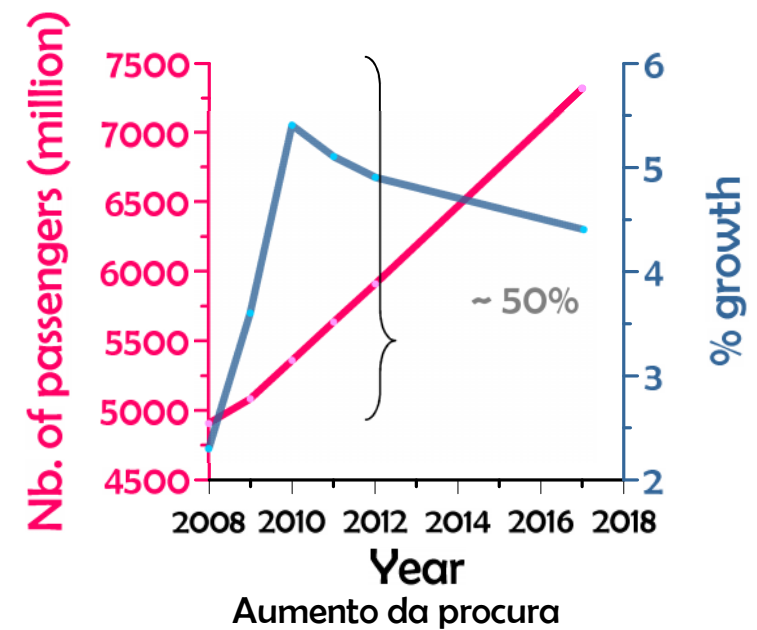


Evolução do transporte aéreo

Número de aeroportos: ca 9300; várias centenas mais previstas até 2020



Aeroportos civis

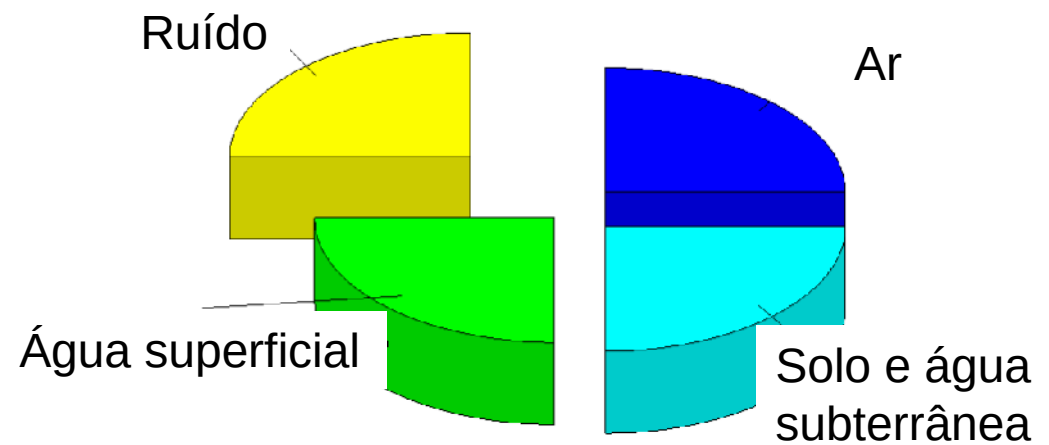


GENERALIDADES



Riscos ambientais

Os aeroportos são responsáveis por riscos ambientais resultantes da alteração da qualidade do ar, da água e do solo, e de níveis elevados de ruído



AVALIAÇÃO DO RISCO

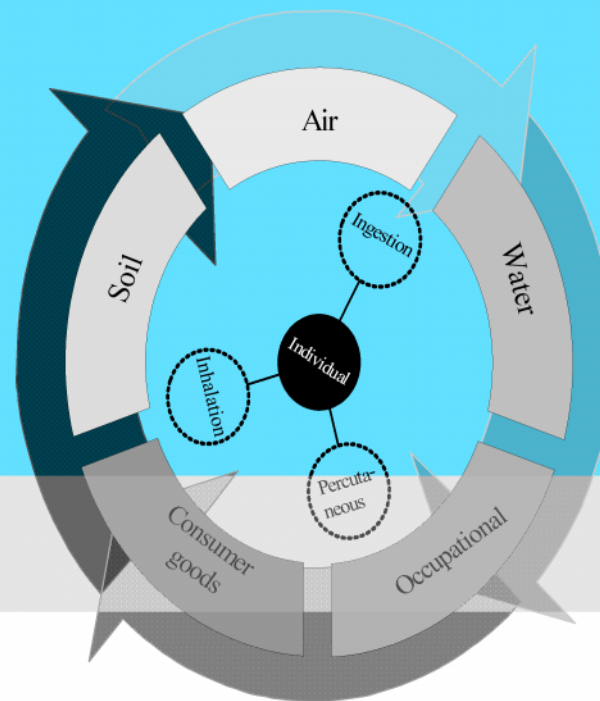
Exposição

$$\text{Risco} = f_1(\text{exposição}; \text{perigo})$$

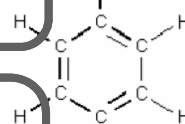
$$\text{Exposição} = f_2(\text{mobilidade, alteração química; indivíduo})$$

Mobilidade e alteração química = f_3 (solubilidade, pressão de vapor; coeficientes de difusão em água e ar, densidade, período de semi-vida; K_{OW} ; etc)

Indivíduo = f_4 (ocupação, massa do corpo, vias de exposição, taxas de ingestão, inalação e contacto dérmico, tempo de exposição, coeficientes de assimilação)



Medição/modelação



**Dieta/antropometria/
modelação**

AVALIAÇÃO DO RISCO

Perigo

$$\text{Risco} = f_1(\text{exposição; perigo})$$

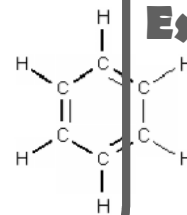
$$\text{Perigo} = f_5(\text{propriedades da substância, indivíduo})$$

Efeitos carcinogêneos = f_6 (dose, “end point”)

-> dose de referência, “cancer slope factor”

Efeitos não carcinogêneos = f_7 (dose, “end point”)

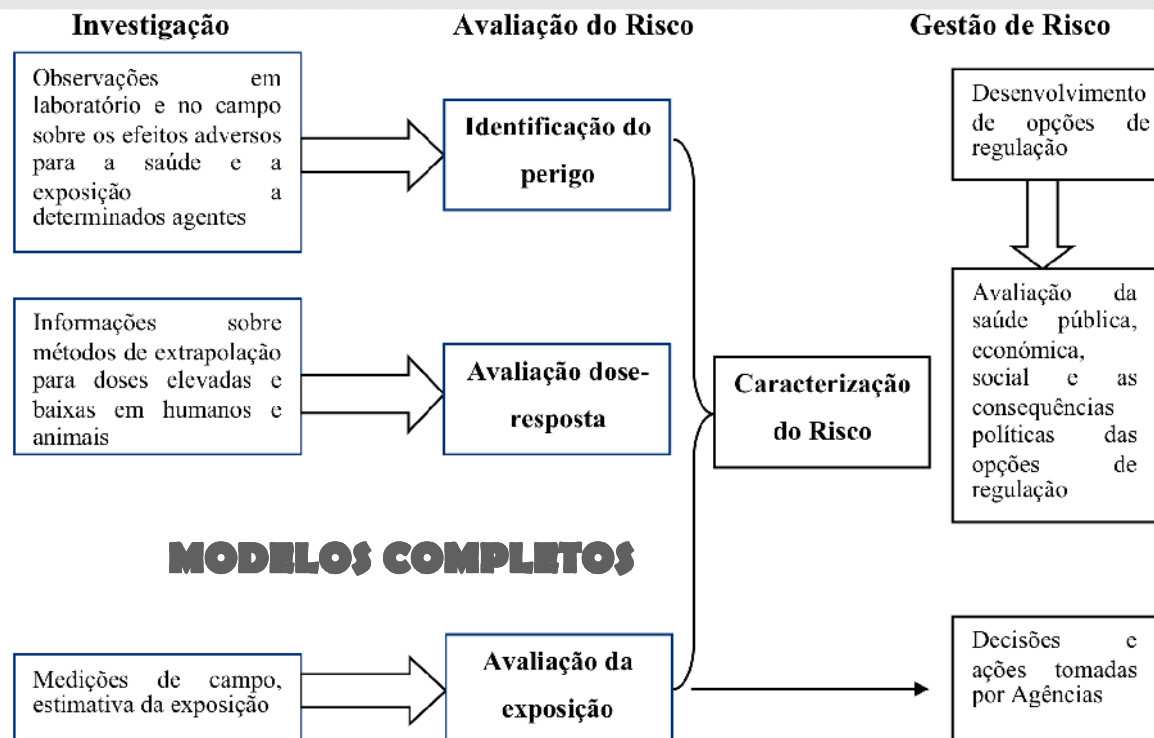
-> dose de referência



**Estudos toxicológicos/
epidemiológicos**

AVALIAÇÃO DO RISCO

Modelos para avaliação do risco



MODELOS COMPLETOS

Risco =

g (exposição, mobilidade, alteração química, perigo)

h (perigo, probabilidade de exposição)

MODELOS SIMPLIFICADOS

AVALIAÇÃO DO RISCO

Modelo para avaliação do risco potencial: simplificado

Risco = h (**perigo**, **probabilidade de exposição**)

$$Risco_{ij} = perigo_i \times p_{ij}$$

perigo_i = nível de perigosidade atribuído à **substância i**

perigo = **3**: se a **substância** é carcinogênea ou desreguladora endócrina

perigo = **2**: se a **substância** é provavelmente carcinogênea ou desreguladora endócrina

perigo = **1**: se a **substância** tem outro tipo de toxicidade

p_{ij} = probabilidade de encontrar a **substância i** associada à **via de entrada j**

AVALIAÇÃO DO RISCO

Modelo para avaliação do risco potencial: simplificado

Risco = h (**perigo, probabilidade de exposição**)

O risco total vem:

$$Risco_{Total} = \sum_{i=1,m} \sum_{j=1,n} perigo_i \times p_{ij}$$

O risco por substância vem:

$$R_i = \sum_{j=1,n} perigo_i \times p_{ij}$$

O risco por via de entrada vem:

$$R_j = \sum_{i=1,m} perigo_i \times p_{ij}$$

RESULTADOS

Segundo: Nunes, L. M., Zhu, Y.-G., Stigter, T. Y., Monteiro, J. P., & Teixeira, M. R. (2011). Environmental impacts on soil and groundwater at airports: origin, contaminants of concern and environmental risks. *J. Env. Monit.*, **13**, 3026–3039.

Substâncias encontradas em solos e águas subterrâneas, *i*

- Combustíveis e óleos: BTEX, GRO (C4-C12); DRO (C10-C32), óleos (C22-C32);
- Compostos aromáticos policíclicos (PAH):
- Solventes: tricloroetileno (TCE), tetracloroetileno (PCE), 1,2-dicloroetileno (cis-1,2-DCE), tetracloreto de carbono (CCl₄) ;
- Pesticidas;
- Fluidos anticongelantes e descongelantes (ADAF) – surfactantes e metabolitos: 4-octilfenol; 4-nonilfenol; Benzotriazolo;
- Aditivos de produtos de combate a incêndio (surfactantes perfluorados - PFC): ácido perfluorooctanóico (PFOA); ácido perfluorooctanossulfónico (PFOS); benzotriazolo;
- Metais pesados (Cd, Cr, Cu, V, Ni, Hg, As, Pb, Zn).



RESULTADOS

Classe de perigo, Valor (*perigo_i*)

3
**Carcinogénico/
desregulador endócrino**

Benzeno (**SP**), Ácido perfluorooctanóico, Ácido perfluorooctanossulfónico, B[a]p (**SPP**), Cd (**SP**; **LQAS**), As (**LQAS**), Cr(VI), compostos de Ni (**SP**)

2
**Provavelmente
carcinogénico/
desregulador endócrino**

TCE (**SP**-outras; **LQAS**), CCl₄ (**SP**-outras), Octilfenol (**SP**), Nonilfenol (**SPP**), PCB, B[a]a, D[a,h]a, B[k]f (**SPP**), Criseno, I[1,2,3-cd]p (**SPP**), Pb (**SP**; **LQAS**), Ni (**SP**), Co, V₂O₅

1
Outra toxicidade

MtBE, Tolueno, Xilenos, Ethilbenzeno, Benzotriazolo, PCE (**SP**-outras; **LQAS**), Naftaleno (**SP**), Cu, Hg (**SPP**; **LQAS**), Zn, Pesticidas (dependente da substância)

SP: “substância prioritária”; **SPP** “substância perigosa prioritária” () de acordo com o estabelecido na Diretiva n.º 2008/105/CE, de do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro.

LQSA: lista de limiares de qualidade da água subterrânea preparada pelo INAG em 2009 e que serviu de base aos limiares estabelecidos nos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica

RESULTADOS

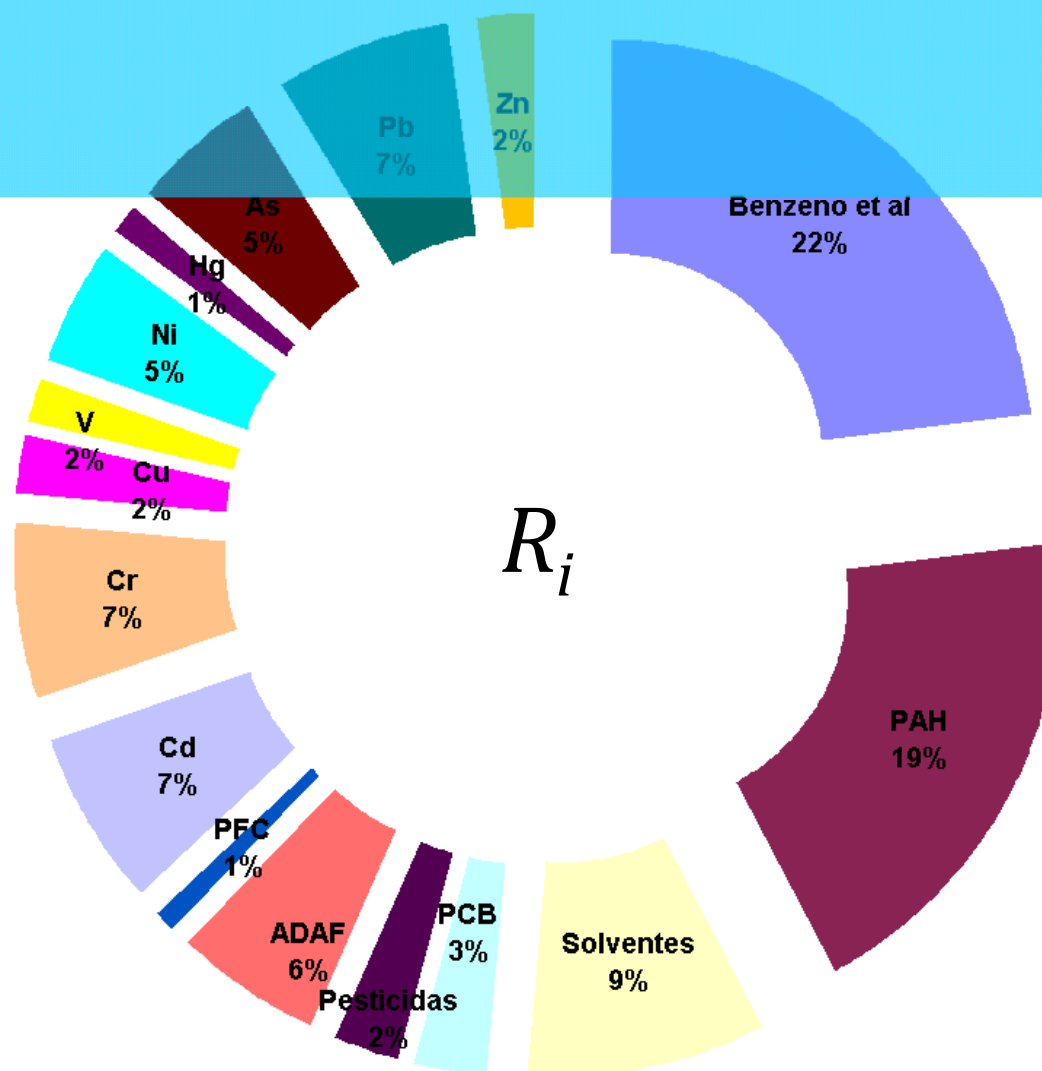
Vias de entrada



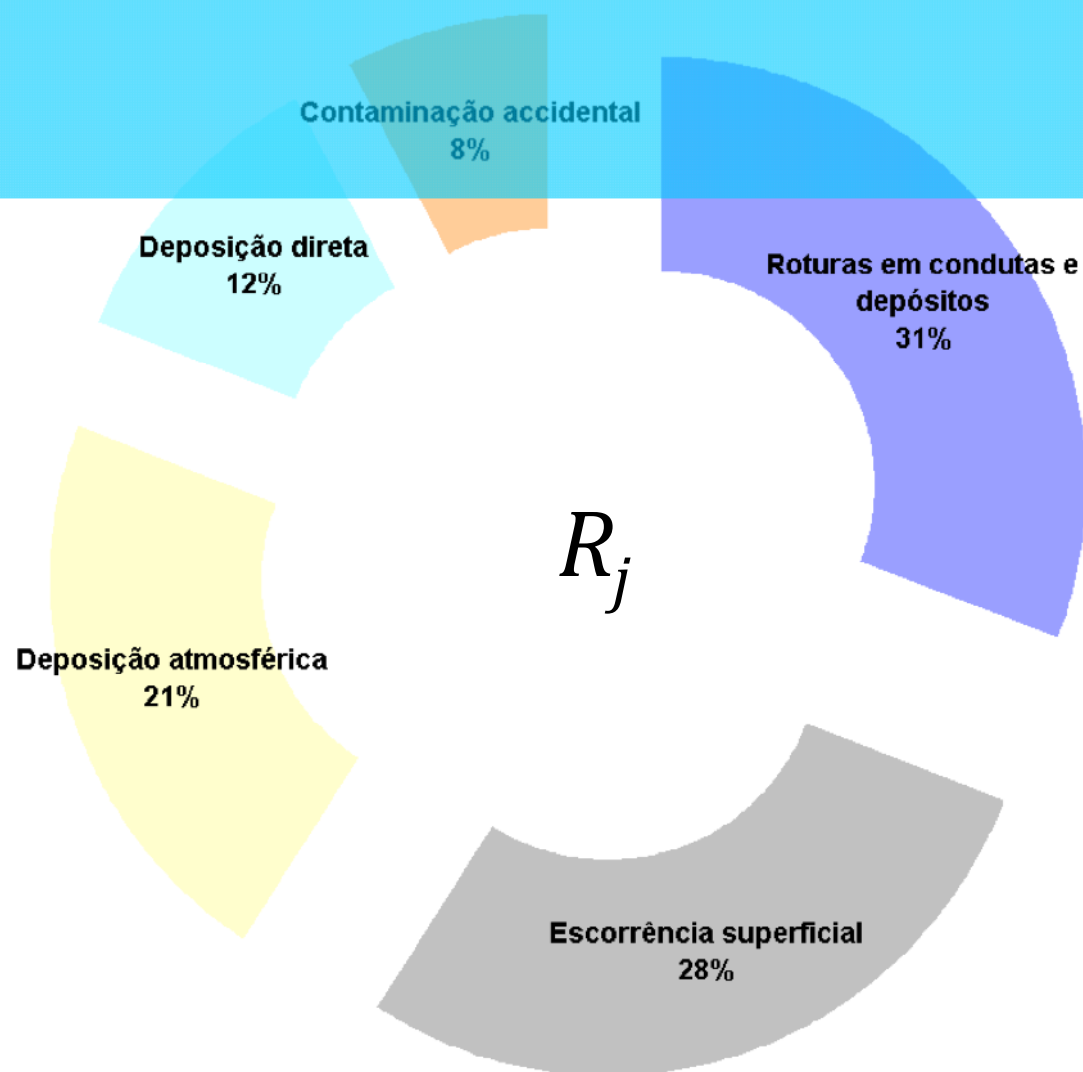
Deposição
de material
atmosférico
superficial



RESULTADOS



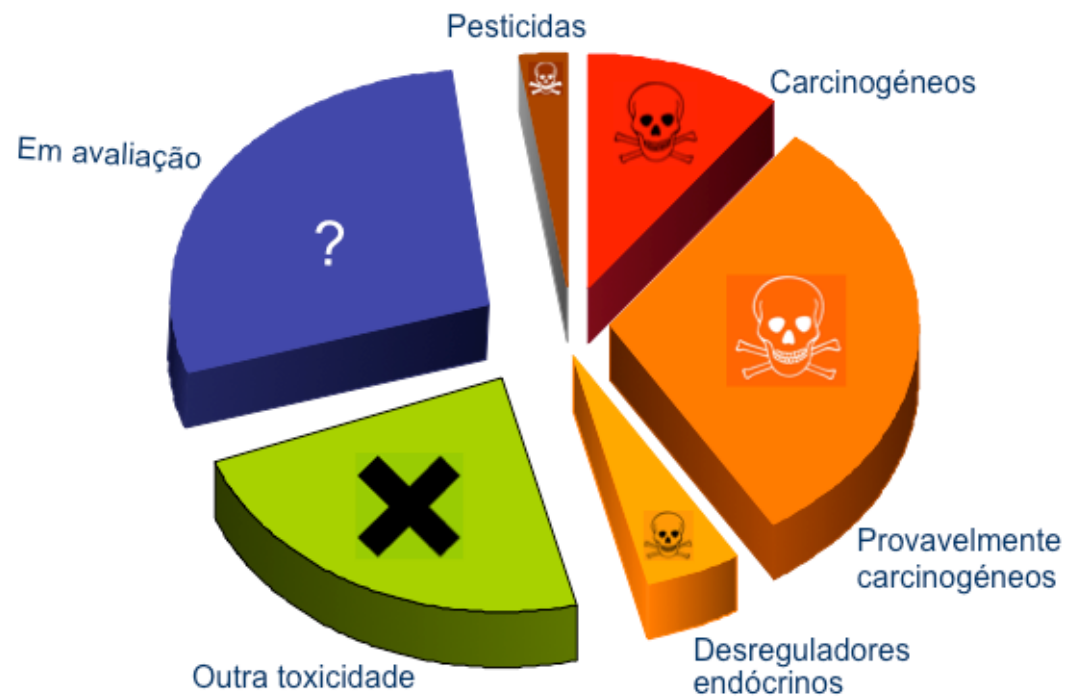
RESULTADOS



CONCLUSÕES

Perigo: cerca de metade das substâncias são muito perigosas

Grupo	Número
Carcinogêneos	4
Provavelmente carcinogêneos	12
Desreguladores endócrinos	2
Outra toxicidade	9
Em avaliação	11
Pesticidas	1



CONCLUSÕES

Risco: ~~substâncias~~, ~~vias~~ de entrada

- Os maiores riscos potenciais são resultantes da contaminação com:
 - Hidrocarbonetos derivados de petróleo, PAHs, e solventes (50%)
 - Metais pesados (38%)
 - Outras substâncias, incluindo emergentes (12%) -> possibilidade de aumento da detecção no futuro
- As principais vias de entrada são resultantes de degradação dos materiais e de incorreta gestão (roturas de depósitos e condutas, e escorrências superficiais)
- Mesmo que os riscos industriais (roturas, escorrências, deposição voluntária) sejam minimizados, o risco potencial residual é ainda de cerca de 30% (acidentes, deposição atmosférica).

Contaminação do solo e das águas subterrâneas em aeroportos: origem e risco potencial



Obrigado pela atenção

Nunes L. M.

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade do Algarve
lnunes@ualg.pt

9º Seminário sobre
águas subterrâneas
FCT-UNL, Campus da Caparica
7-8 Março 2013

