

# **ESTRATÉGIAS OTIMIZADAS PARA AVALIAÇÃO DE RISCO DE PRODUTOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO TEÓRICA E EXPERIMENTAL**

MARIA DO CÉU COSTA

Investigadora no Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P

ÂNGELA SEIXAS

Universidade Lusófona do Porto

CARLOS BATEIRA

Professor no Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)

N.B. FERNANDES

Técnico de HST, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P

O grau de responsabilidade humana de cada indivíduo para prevenir ou minimizar o risco aumenta muito com os eventos extremos naturais ou desastres tecnológicos inevitáveis, e com as ocorrências essencialmente acidentais, que podem estar associadas a riscos sociais auto-induzidos, tais como, por exemplo, o tabagismo, a que é atribuída a causa de uma parte dos incêndios.

A utilização de métodos de avaliação do risco baseados em escalas quantitativas oferece várias vantagens para a gestão da emergência. A metodologia proposta oferece uma ferramenta para a avaliação bem como para a comparação dos riscos relativos a fenómenos muito diferentes, desde tornados e tempestades de inverno a explosões em fábricas, utilizando um conjunto de critérios de referência. Estes métodos de avaliação de riscos, também permitem a comparação da relação de risco de ambos os tipos de riscos: naturais e tecnológicos (FERRIER, 1999). O gestor da emergência pode, assim, estabelecer um conjunto de prioridades, quer com equipas de intervenção quer em colaboração com os membros da comunidade, para a prevenção, preparação, planeamento e intervenção na emergência, com critérios que assentam numa mesma base metodológica. Além disso, a aplicação de valores numéricos de risco também significa que os dados podem ser representados graficamente, a fim de identificar áreas ou grupos em situação de risco particular. Para ilustrar, se o gestor da emergência sabe que um determinado perigo, como ondas de calor, apresenta um risco especial para os idosos - mais de 65 anos-, a

distribuição deste subconjunto da população é objeto de um planeamento para intervenção específica.

No aprofundamento dos critérios de análise e classificação dos processos, e na construção de cenários, uma parceria entre a comunidade científica / académica e a comunidade de gestão da emergência é considerada um caminho necessário para encontrar e implementar as melhores soluções.

Apesar de estarmos na segunda década do século XXI, discutem-se ainda, na comunidade científica, e nas entidades reguladoras, em geral, quais os métodos que devem ser utilizados para avaliação do impacto das atividades humanas por forma a reduzirem-se não só os perigos como os consequentes riscos tecnológicos e, evidentemente, a exposição humana, em particular a exposição a substâncias perigosas (LOISEAU ET AL., 2012). Ferramentas como a pegada ecológica (AIRES, 2000; ZHOU e IMURA, 2011) e a avaliação do ciclo de vida de produtos (ISO 2006, GUINÉE ET AL., 2011), são amplamente discutidas em programas de implementação da Diretiva 2001/42/EC na Europa. A deteção precoce de emissões fugitivas numa instalação fabril constitui um foco de intervenção significativo para a prevenção no contexto industrial (BURGESS e BREMAN, 2001; JACQUEMIN e PONTALIER, 2012).

Muitas das substâncias perigosas são, contudo, reconhecidas como produtos necessários, e fazem parte do nosso quotidiano, respondendo a necessidades consideradas básicas, como sejam o abastecimento de combustível para automóvel ou a utilização de determinados produtos hospitalares.

Não admira, portanto, que existam mais de 7 milhares de substâncias potencialmente perigosas registadas (ECHA) que incluem explosivos, gases, líquidos e sólidos inflamáveis, materiais infecciosos, tóxicos, radioativos e corrosivos e resíduos perigosos, sendo que, muitas delas não são utilizadas no mesmo sítio onde são produzidas, tendo, por isso, de ser transportadas ao longo de percursos mais ou menos longos. Por exemplo, o petróleo, é transportado das jazidas de petróleo para uma das refinarias existentes em Portugal e, posteriormente, produtos como, entre outros, a gasolina, o gasóleo, o benzeno e o tolueno, são, de seguida refinados, e transferidos para tanques de armazenamento em diferentes locais dentro do país. O transporte pode ser feito por estrada, ferrovia, ar, água ou conduta. Podem ainda tratar-se de transportes intermodais. Esta modalidade tem, de acordo com VERMA e VERTER (2009, p. 1), tido um importante crescimento nas duas últimas décadas e continua a ser um dos segmentos da indústria dos transportes com maior crescimento.

O que diferencia o transporte de substâncias e preparações perigosas de outros tipos de transporte de mercadorias é, naturalmente, o risco associado à sua libertação

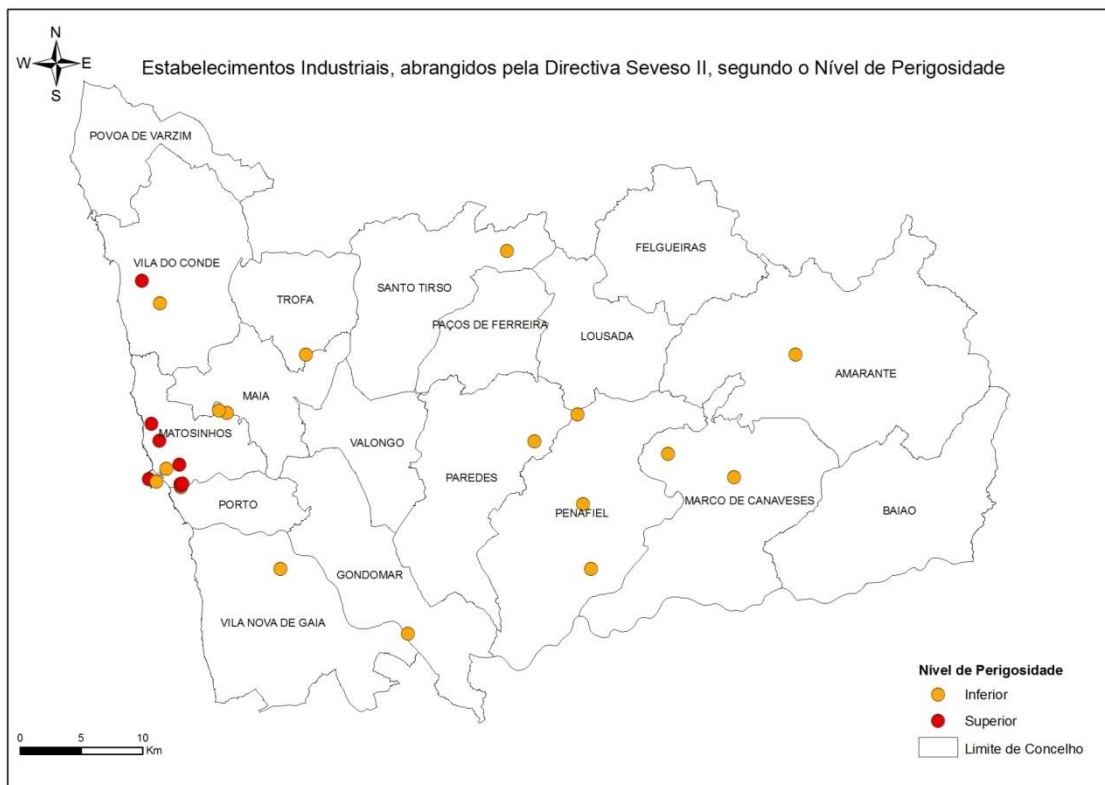
eventual durante o transporte, uma vez que podem ser extremamente prejudiciais para o ambiente e para a saúde humana.

Numa abordagem que consideramos simplificada, COVELLO e MERKHOFFER (1993), referem que o risco tem a ver com a probabilidade de ocorrência e com as consequências de um determinado evento. A probabilidade de ocorrência estará relacionada com o tipo e quantidade da substância transportada, com a frequência dos transportes, com a extensão dos percursos e com as características/condições da via utilizada para efetuar o transporte. As consequências relacionar-se-ão com as características da área quanto aos aspetos físicos, à densidade e tipo de ocupação humana, e com o tipo e quantidade da matéria transportada. ERKUT e VERTER (1998, p. 626) apresentam um contexto mais restrito quanto às consequências, referindo que estas serão proporcionais à dimensão da população presente na vizinhança do acidente, mas, para a determinação do risco, consideram o conceito de vizinhança e procuram determinar a sua dimensão referindo que o tamanho desta vizinhança depende da substância transportada.

Consideramos que, para o conhecimento do risco associado ao transporte destas substâncias é imprescindível o dimensionamento da vizinhança do acidente, ou seja, da área potencialmente afetada. Só desta forma poderemos conhecer a vulnerabilidade dos elementos expostos às consequências de um eventual acidente, aspeto que consideramos como a mais importante componente do risco associado a esta atividade. Esta componente reveste-se ainda de maior significado quando o transporte de substâncias perigosas se efetua em áreas densamente ocupadas, como se verifica em alguns lanços da rede ferroviária no Distrito do Porto (SEIXAS, A., 2010) pois, tal como referido por ERKUT et al (2007, p. 539) e por GRACIA e MARTÍN (2008, p.11), apesar do importante aumento da segurança associada a estas atividades, os acidentes acontecem e as consequências, devido à natureza da carga e das áreas atravessadas, podem ser muito significativas.

A vulnerabilidade das populações só pode ser conhecida utilizando determinantes de exposição em cenários com uma resolução muito fina à escala regional. Vários modelos de avaliação da transferência de substâncias para humanos têm sido desenvolvidos cujo rigor assenta na inclusão da dimensão espacial aplicando métodos geoestatísticos característicos de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Um parâmetro aqui analisado em relação com o estudo de Seixas (2010) diz respeito ao levantamento de estabelecimentos industriais do distrito do Porto abrangidos pela Diretiva Seveso, e sua caracterização quanto ao grau de risco (Figura 1).



**FIGURA 1** - Localização de estabelecimentos industriais no distrito do Porto com nível de perigosidade inferior e superior de acordo com a Diretiva de Seveso (SEIXAS, 2010).

Aplicando-se métodos geostatísticos atingem-se correntemente resoluções de 1Km<sup>2</sup> (CAUDEVILLE ET AL., 2012). Esse estudo merece destaque por exemplificar os benefícios da modelação espacial integrada para a avaliação da exposição no contexto de desigualdades ambientais, considerando um cenário realista, a exposição de fundo e as principais vias de exposição integrando as fontes de poluentes locais e globais.

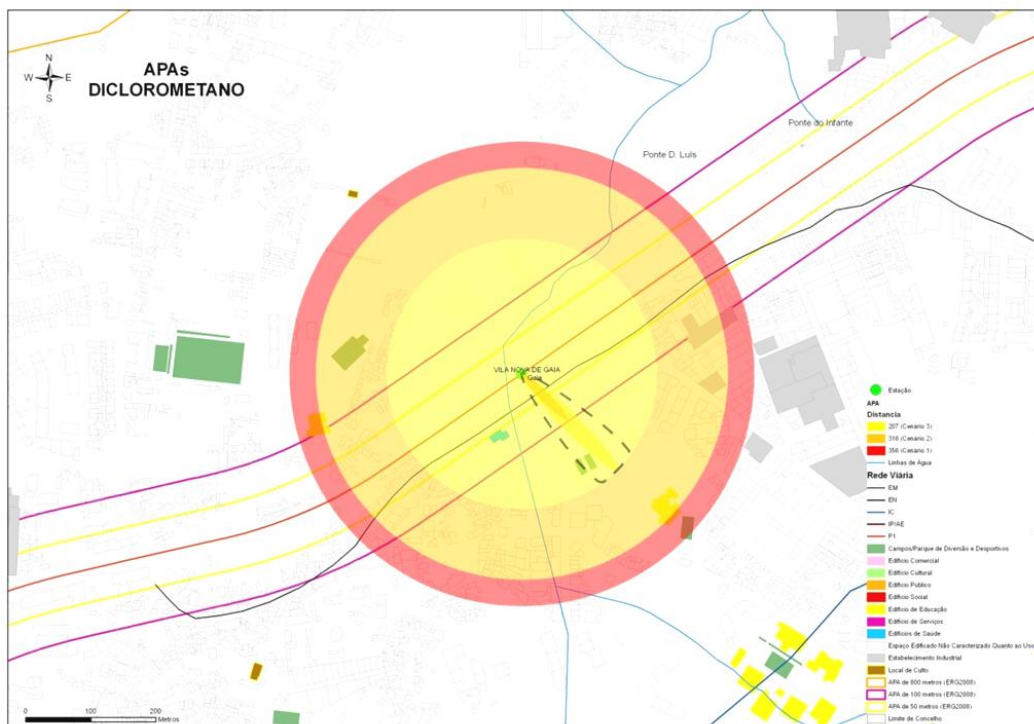
O objetivo fundamental deste artigo é o de contribuir para uma perceção do estado de desenvolvimento das metodologias de avaliação de riscos tecnológicos nas vertentes que mais interessam para a atuação da proteção civil.

Para o efeito, considera-se a determinação das áreas potencialmente afetadas em caso de acidente como um aspeto importante para o conhecimento do risco associado ao transporte de mercadorias perigosas, apresentando-se, a título de exemplo, a abordagem feita no trabalho realizado pela co-autora Seixas (2010).

Neste trabalho realizado e aqui abordado, utilizaram-se como referenciais estudos de Manish Verma (2009), Vedat Verter e Erhan Erkut (2007), que consideraram que uma das componentes do risco associado ao transporte das substâncias perigosas é a determinação das consequências de um acidente, para cujo conhecimento utilizam a população exposta na vizinhança ou área de impacto. Erkut & Verter (1998) apresentaram um modelo para determinação do risco em que referem que a área de impacto poderia ser representada

como um círculo com um raio que pode ter de 0 a 7 milhas (cerca de 11 km), dizendo que o CANUTEC 1992 (Emergency Response Guidebook) indica uma área para evacuação imediata de 0,5 a 1 milha para a maioria dos incêndios com matérias perigosas. Reconheceram as limitações associadas à utilização de limites fixos mas, por falta de dados, não propõem nenhuma alternativa. Verma & Verter (2009) consideram que um determinado ponto está exposto a partir do momento em que excede, de acordo com o modelo Gaussiano (Gaussian plume model), os níveis de concentração referidos pelo IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health, imediatamente perigosos para a saúde e para a vida).

No modelo desenvolvido por Seixas (2010) são consideradas variáveis como a taxa de libertação, velocidade e direção do vento e número de vagões com matérias perigosas específicas para a determinação das áreas potencialmente afetadas em caso de acidente (Figura 2).



**FIGURA 2** - Áreas Potencialmente Afetadas em caso de acidente com Diclorometano na estação de Gaia (SEIXAS, 2010).

A Proteção Civil tem o conhecimento e a capacidade de intervenção nas comunidades e regiões que lhe permite formar e fortalecer os vínculos entre a comunidade em geral, a comunidade dos parques industriais e tecnológicos e a comunidade académica científica, para que a informação possa ser recolhida, e o risco possa ser comunicado de forma eficaz. Esta ligação é um desafio que vai permitir criar uma Escola de saber para a qual todos os interessados e todos os especialistas podem contribuir construindo as

condições necessárias para desenvolver estratégias de prevenção cada vez mais consistentes, a fim de minimizar a perda de vidas e de bens consequentes de desastres naturais ou tecnológicos.

Neste contexto, o gestor da emergência, utilizando as metodologias de avaliação de riscos mais atuais e completas, pode desempenhar um papel fundamental para a identificação mais adequada e a comunicação eficaz de risco às entidades e populações .

**Palavras-Chave:** Desastres Tecnológicos; Risco Tecnológico; Avaliação de Riscos; Matérias Perigosas; Plano de Prevenção; Transporte de Mercadorias Perigosas e Áreas Potencialmente Afetadas (APA).

### **Referências Bibliográficas:**

Aires, R.U. (2000). Commentary in the utility of the ecological footprint concept. *Ecological Economics* 32, 347-349.

Burgess, A.A. e Brennan, D.J. (2001). Review- Application of life cycle assessment to chemical processes, *Chemical Engineering Science* 56, 2589-2604.

Caudeville, J., Bonnard, R., Boudet, C., Denys, S., Govaert, G., Cicoella, A. (2012). Development of a spatial stochastic multimedia exposure model to assess population exposure at a regional scale, *Science of the Total Environment* 432, 297-308.

Covello, V. T. & Merkhofer, M. W. (1994). *Risk Assessment Methods: Approaches for assessing health and environmental risks*. Plenum Press, New York. 319 ppECHA, <http://echa.europa.eu/web/guest/regulations/clp>, acessado em 25 de Setembro de 2012

Erkut, E., & Verter, V. (Setembro-Outubro de 1998). Modeling of Transport Risk for Hazardous Materials. *Operations Research* , pp. 624-642.

Erkut, E., Tjandra, S. A., & Verter, V. (2007). *Hazardous Materials Transportation* (Vol. 14). (C. B. Laporte, Ed.) Elsevier.

Ferrier, N. (1999) Demographics and emergency management: Knowing your stakeholders, *Austral. J. Emergency Management* 14(4), 2–4.

Guinée, J. B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., Rydberg, T. (2011). Life cycle assessment: past, present, and future. *Environmental Science & Technology* 45, 90-96.

ISO 2006: 14040 (LCA Principles and Framework) ; ISO 14041 (LCA-Inventory Analysis); ISO 14042 (LCA- Impact Assessment); ISO 14043 (LCA-Interpretation) and ISO

14044 (LCA Requirements and Guidelines). International Organization for Standardization, Geneva, Suíça.

Jacquemin, L., Pontalier, P-Y. (2012), Life cycle assessment (LCA) applied to the process industry: a review. *Int J Life Cycle Assess.* 17:1028-1041.

Loiseau, E., Junqua, G., Roux, P., Bellon-Maurel, V. (2012) Environmental assessment of a territory: An overview of existing tools and methods, *Journal of Environmental Management* 112 (2012) 213 -225.

Seixas, A. (2010). *Uso Industrial e Transporte Ferroviário de Matérias Perigosas no Distrito do Porto*, Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Verma, M., & Verter, V. (2009). A lead-time based approach for planning rail-truck intermodal transportation of dangerous goods. *European Journal of Operational Research* , pp. 1-11.

Zhou X. e Imura, H. (2011). How does consumer behaviour influence regional ecological footprints ? An empirical analysis for Chinese regions based on the multiregion input-output model. *Ecological Economics* 71, 171-179.