

Mapas de Vulnerabilidade Baseados na Consequência ou no Risco?

Elizabeth Nunes Alves

Universidade Federal do ABC, Planejamento e Gestão do Território

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar e discutir os resultados da pesquisa exploratória realizada em torno dos temas mapeamento de risco, produtos perigosos e planejamento do território, que revelou haver diferentes métodos para a tomada de decisão sobre as distâncias seguras indicadas em mapas de vulnerabilidade.

INTRODUÇÃO

Os relatórios de segurança, também chamados de Estudos de Análise de Risco, têm sido amplamente utilizados nos processos de licenciamento, gestão de risco e resposta à emergência, pois contêm informações técnicas importantes para o julgamento do risco e tomadas de decisão.

Em 1996 a Diretiva de Seveso II da União Europeia determinou que os empreendedores apresentassem relatórios de segurança com a amplitude e a gravidade das consequências dos acidentes maiores, definidos como uma explosão, incêndio ou nuvem tóxica [1]. O Artigo 12 da Diretiva determinou a necessidade de se manter distâncias adequadas entre os estabelecimentos perigosos e as zonas vulneráveis. Essa medida deve ser levada em conta em políticas públicas e tem por objetivo restringir as consequências de um acidente grave de forma a proteger as zonas residenciais, de utilização pública e de interesse ambiental. Porém, o que se observa é que ainda não há uma padronização entre os Estados Membros; e entre outros países que também adotam critérios para o julgamento do risco; sobre qual seria a 'distância segura' a ser aplicada nos mapas de vulnerabilidade, se aquela baseada nas consequências dos cenários acidentais, ou aquela baseada em curvas de iso-risco.

Os gestores de risco, tanto os públicos quanto os privados, são frequentemente assombrados pela dúvida se a consequência determinada para um acidente é mais adequada para a tomada de decisão do que o risco individual e social, que considera a probabilidade de ocorrência. Esse dilema parece aumentar em instalações localizadas em área urbana e quando há a necessidade de remoção de pessoas residindo em áreas de risco. Não há uma verdade absoluta sobre qual o melhor método a ser adotado nessas situações, mas alguns conceitos estão mudando a forma de compreender o risco e proteger os mais vulneráveis.

DESCRIÇÃO

A pesquisa exploratória foi realizada nos portais de periódicos da CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>) e da Wiley Online Library (www.wiley.com). A seleção dos artigos consistiu em buscar a produção acadêmica publicada em periódicos nos últimos 15 anos, combinando palavras chaves relacionadas com o tema, a dizer: risk mapping; hazardous substances; mapping major industrial hazard accident; transportation hazardous materials; risk assessment; technological accident; environmental justice; quantitative risk assessment e land use. O refinamento dos elementos de pesquisa foi alcançado após exclusão de tópicos que não eram de interesse, o que resultou em 40 artigos para a base de dados. Os artigos selecionados foram organizados por país de origem dos autores. O tema do artigo, e objetivo e motivação do autor foram tabulados, o que possibilitou uma análise mais direcionada.

Vale informar que, apesar do Portal da CAPES ser de livre acesso, o download de artigos só pode ser realizado a partir de um computador de uma das instituições acadêmicas participantes do programa de acesso gratuito, o que significa dizer que é necessário estar matriculado em algum curso de graduação ou pós-graduação das instituições cadastradas.

A pesquisa foi complementada na Universidade de Wageningen em 2017, localizada na cidade de mesmo nome, nos Países Baixos, onde houve a oportunidade de contato com especialistas da RIVM (Instituto Nacional de Saúde Pública e do Meio Ambiente), TNO e autores de alguns dos artigos selecionados para a base de dados aqui utilizada.

RESULTADOS

A pesquisa demonstrou que os países da Europa dominam a discussão sobre mapeamento de risco, planejamento urbano e resposta a emergência, com 77,5% dos artigos publicados em periódicos desde o ano 2000, seguido da América do Norte com 5% e da Ásia com 4%. A Itália e a França foram os países que mais publicaram no período analisado, com 45% dos artigos selecionados para a base de dados.

As principais motivações para a produção acadêmica giram em torno do atendimento da Diretiva de Seveso II e a falta de políticas locais sobre o tema. A necessidade de método adequado para definir a distância segura para o controle da urbanização foi outro motivador para grande parte dos artigos.

Os propósitos dos artigos selecionados foram tabulados e se encontram indicados na Tabela 1. A grande maioria propõe metodologia para o mapeamento do risco.

Tabela 1 - Propósito do artigo segundo o país do(s) autor(es)

Propósito do artigo/ País	Alemanha	Bélgica	Canadá	China	Eslovênia	EUA	França	Grécia	Holanda	Índia	Itália	Reino Unido	Romênia	Sérvia	Suíça	Turquia	Total
Proposta de metodologia com e sem estudo de caso, e estudo comparativo de metodologias para mapeamento	1		1	3	1		2	1	1		7		1	1	1	1	21
Estado da arte do mapeamento de risco para apoiar o controle da urbanização		1				1	3		1			1					7
Discutir lições aprendidas com acidente ocorrido							2				1	1					4
Discutir metodologia						1					2				1		4
Discutir justiça ambiental com teste de hipótese						2											4
Discutir regulamentações							1			1							2
Total	1	1	1	3	1	4	8	1	2	1	10	2	1	1	2	1	40

Alguns autores demonstraram o seu descontentamento com a sofisticação técnica dos estudos quantitativos de risco e a dificuldade de interpretação dos seus resultados pelas partes interessadas. Esta situação torna a ferramenta pouco prática e limita sua aplicação na gestão e comunicação do risco. O Instituto Federal Suíço de Tecnologia, ETH Zúrique, e o Instituto de Física Atômica Romeno, IFA Bucareste [2] questionaram se não seria possível avaliar o risco considerando primordialmente as consequências, mas ainda levando em conta algum tipo de informação probabilística. A metodologia base-consequência é definida por alguns autores como de uso simples, que não exige a necessidade de sólidos conhecimentos matemáticos [3].

Os Estudos Quantitativos de Risco foram contestados na França após o acidente de Toulouse, pois houve muita discussão sobre os dados utilizados para os QRAs. Havia hesitação das empresas para o que eles chamam de "avaliações genéricas de risco", porque muitos dados genéricos são usados e o resultado de um estudo QRA depende em grande parte dos dados de entrada utilizados. Portanto, a base dos regulamentos ainda é muito mais baseada em consequências do que a de probabilidade. Para restaurar a confiança do público nas atividades industriais químicas após Toulouse, a França usa uma chamada "zona tampão", que é determinada com base nas consequências de cenários de acidentes. A terra é recuperada e devolvida novamente à indústria: quando a área residencial ou terra fica disponível em torno de uma atividade industrial, a indústria tem a primeira opção para comprá-la. Outra característica é o efeito da diferença do tempo durante o qual um desastre pode se desenvolver na tolerabilidade da combinação de resistência de gravidade.

Foi possível identificar em alguns artigos [4-7] a discussão da metodologia denominada ARAMIS (Accidental Risk Assessment Methodology for Industries) como *‘...uma alternativa às abordagens puramente deterministas e probabilísticas para a avaliação de risco de plantas de processo’* [8]. Esta metodologia desenvolvida pela INERIS entre 2002 e 2004 com financiamento do fundo da Comissão Europeia, se tornou uma ferramenta importante para a implementação da Diretiva de Seveso II na França e outros países da Europa. Tem por objetivo avaliar separadamente a gravidade do acidente e a vulnerabilidade do local, de forma a

facilitar a tomada de decisão. Baseia-se no conceito de que o risco é a probabilidade de um elemento do território vir a sofrer um dano, e de que a probabilidade de ocorrência do evento acidental é determinada pela frequência das falhas de suas causas iniciadoras e pela eficiência das barreiras de segurança que impedem a sua ocorrência. O risco é então avaliado considerando as causas do acidente e as barreiras de segurança existentes, o que resulta no grau de eficiência da gestão de risco praticada pelo estabelecimento.

Do ponto de vista metodológico para a determinação das zonas de risco e aplicação no planejamento territorial, a maioria dos autores selecionados concorda que há basicamente três tipos de abordagens: a determinística, a probabilística e a híbrida [3, 7, 9, 10, 11]. A relação de países conforme o tipo de metodologia adotada para o mapeamento dos riscos e aplicação no planejamento e gestão do território é apresentada na Tabela 2.

A abordagem determinística se baseia na consequência dos cenários acidentais e considera os níveis de danos causados por efeitos físicos e toxicológicos, a dizer, radiação térmica, sobrepressão e concentração tóxica. As distâncias são calculadas até os valores limites (*threshold values*). As zonas de risco são definidas conforme as restrições ao uso e ocupação do solo na circunvizinhança das instalações perigosas. De acordo com Ioannis Sebosa et. al. [3] este método é adotado na Áustria, Bélgica, Espanha, Finlândia e Luxemburgo. Há ainda uma abordagem mais simplificada baseada na consequência, que consiste na utilização de distâncias genéricas que são derivadas de cenários acidentais selecionados de forma conservativa e validadas por peritos que se baseiam em dados históricos, experiência, cálculos grosseiros de consequência ou informações de instalações químicas similares. Esta abordagem foi estabelecida e utilizada na Alemanha e Suécia.

A abordagem probabilística considera a combinação das consequências com as frequências dos cenários acidentais. É representada pelos índices quantitativos denominados Risco Individual e Risco Social. Os índices são expressos em contornos de curvas iso-risco (mesmo nível de risco individual) e em curvas desenhadas em um gráfico F-N, onde F é a frequência e N é o número de fatalidades. Os critérios para o uso e ocupação do solo na circunvizinhança de instalações perigosas se baseiam na aceitabilidade dos índices de risco calculados. Adotado no Reino Unido e Holanda e alguns casos específicos na Grécia.

Há ainda uma abordagem denominada 'híbrida' que combina as abordagens determinísticas de consequência e a probabilística do risco. A França tradicionalmente determinística teve seu método revisado após o grave acidente na planta de fertilizantes em Toulouse ocorrido em 2001, passando a considerar classes de probabilidade para estabelecer as distâncias seguras [12]. Apesar da legislação Italiana se espelhar no método probabilístico do Reino Unido e dos Países Baixos, ela adota um critério híbrido para o planejamento urbano. Os valores de frequência de cada cenário são divididos em quatro classes de probabilidade e a categoria de risco é determinada em uma matriz 4x4 (Danos x Frequência). Esta matriz apresenta categorias de uso do solo associadas. As frequências calculadas para cada cenário são aplicadas para o planejamento do território e não para expressar o risco individual e social como na abordagem por risco.

Tabela 2 - Relação de países conforme o tipo de metodologia adotada para o mapeamento dos riscos e aplicação no planejamento e gestão do território

Tipo de Metodologia	Característica	Adotado em
Determinística	Base-consequência	Alemanha, Áustria, Bélgica, Espanha, Finlândia, Luxemburgo e Suécia
Probabilística	Base-risco quantitativo	Reino Unido, Países Baixos e Grécia
Híbrida	Combina consequência e risco	França e Itália

Entrevistas realizadas com especialistas do RIVM, TNO e autores de alguns dos artigos selecionados para esta pesquisa possibilitou entender que a Holanda está abrindo mão do critério de risco individual e social para a gestão espacial, e adotando critérios determinísticos baseados na consequência dos acidentes, apesar de manter os estudos quantitativos para avaliar a segurança das instalações.

O RIVM está reformulando sua política de segurança química, que deverá entrar em vigor até 2019. Um manual com a descrição da política e orientações técnicas se encontra atualmente disponível no site do RIVM para consulta pública (http://www.rivm.nl/Onderwerpen/O/Omgevingsveiligheid/Handboek_Omgevingsveiligheid). O Manual de Segurança Ambiental está voltado para apoiar os tomadores de decisão com métodos para determinar se uma área é de interesse, o que significa dizer que ela precisa de proteção contra vazamento, incêndio, explosão e nuvem tóxica. A proteção necessária é avaliada e realizada pelo município em parceria com o empreendedor e consiste em linhas gerais em reforço nas construções; tais como, muros e valas; definição de abrigos e de rotas de fuga, entre outros.

CONCLUSÕES

A pesquisa exploratória sobre o mapeamento dos riscos e aplicação no controle da urbanização identificou que não há uma padronização na distância denominada 'segura'.

A Diretiva de Seveso II por não definir exatamente qual é a 'distância segura' estimulou diversos países a buscar soluções metodológicas para proteger a população e o meio ambiente.

Existe uma tendência para se adotar critérios determinísticos baseados nas consequências dos cenários acidentais para aplicação nos mapas de vulnerabilidade, e uma resistência ao uso do Risco Individual e Risco Social.

O fato de poucos países adotarem o Risco Individual e o Social como critério para o controle urbano pode demonstrar, entre outros fatores, a dificuldade na elaboração dos Estudos Quantitativos de Risco, que exigem ferramentas sofisticadas para a sua elaboração. A interpretação dos resultados desses estudos por parte dos gestores de risco e da população em geral dificulta sua aplicação em planos de gerenciamento de risco, de emergência e de comunicação de risco. Este cenário foi destacado por vários dos autores analisados.

Os Países Baixos, pioneiros no uso do risco quantitativo, estão mudando a sua política de segurança química para 'base-consequência' e direcionando esforços para a implantação de medidas de proteção. Isto por si só já é um indicador de mudanças na forma de entender o risco, não mais como um produto da probabilidade pela consequência.

O grande desafio na gestão dos riscos ainda está no controle da urbanização de instalações localizadas em áreas altamente povoadas e que não puderam no passado ter seus riscos avaliados de forma a proteger os mais vulneráveis.

REFERÊNCIAS

- [1] CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 96/82/CE – SEVESO II, relativa ao controle dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas, de 09/12/1996 disp. em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1509524450179&uri=CELEX:31996L0082>. Acesso em 30/10/2017.
- [2] GHEORGHE, A.; VAMANU, D. "Decision support systems for risk mapping: viewing the risk from the hazards perspective". *Journal of Hazardous Materials*, vol.111, p.45-55 (2004).
- [3] SEBOS, I. et al. "Land-use planning in the vicinity of major accident hazard installations in Greece". *Journal of Hazardous Materials*, vol.179, p. 901-910 (2010).
- [4] CAHEN, B. "Implementation of new legislative measures on industrial risks prevention and control in urban areas". *Journal of Hazardous Materials*, vol.130, p. 293-290 (2006).
- [5] KONTIC, D.; KONTIC, B; MARKO, G. "How powerful is ARAMIS methodology in solving land-use issues associated with industry based environmental and health risks?". *Journal of Hazardous Materials*, vol.130, p. 293-290 (2006).
- [6] SALVI, O; MERAD, M.; RODRIGUES, N. "Toward an integrative approach of the industrial risk management process in France". *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. vol. 18, p.414-422 (2005).
- [7] MA, S.; ZHANG, S.; YU, C.; ZHENG, H.; SONG, G.; SEMAKULA, H. M.; CHAI, Y. "Assessing Major Accident Risks to Support Land-Use Planning Using a Severity-Vulnerability Combination Method: A Case Study in Dagushan Peninsula, China". *Risk Analysis*. vol. 35, p. 1503-1519 (2015)
- [8] SALVI, O; BRUNO, D. "A global view on ARAMIS, a risk assessment methodology for industries in the framework of the SEVESO II directive". *Journal of Hazardous Materials*, vol.130, p.187-199 (2006).
- [9] PASMAN, H.; RENIERS, G. "Past, present and future of Quantitative Risk Assessment and the incentive it obtained from Land-Use Planning". *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 28, p. 2-9 (2014).
- [10] COZZANI, V.; BANDINI, R.; BASTA, C; CHRISTOU, M. D. "Application of land-use planning criteria for the control of major accident hazards: a case-study". *Journal of Hazardous Materials*, vol.136, p.170-180 (2006).
- [11] SOTO, D; RENARD, F. "New Prospects for the Spatialisation of Technological Risks by Combining Hazard and the Vulnerability of Assets". *Nat Hazards*. vol. 79, p.1531-1548 (2015).
- [12] BASTA, C. "Siting Technological Risks: Cultural Approaches and Cross-Cultural Ethics". *Journal of Risk Research*. vol. 14, p. 799-817 (2011).