



**RISCOS**

**ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE RISCOS, PREVENÇÃO E SEGURANÇA**

**MULTIDIMENSÃO  
E  
TERRITÓRIOS DE RISCO**

**III Congresso Internacional  
I Simpósio Ibero-Americano  
VIII Encontro Nacional de Riscos**

**Guimarães  
2014**

# ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AOS ACIDENTES TECNOLÓGICOS NO ENTORNO DO DISTRITO INDUSTRIAL DE PAULÍNIA, SÃO PAULO - SP.

**Rafael Alexandre Ferreira Luiz**

Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública de São Paulo  
rafalexfe@usp.br

**Adelaide Cássia Nardocci**

Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública de São Paulo  
nardocci@usp.br

## RESUMO

Instalações industriais representam uma das maiores fontes de riscos tecnológicos para a sociedade e o meio ambiente, por isso, o entendimento e gerenciamento destas adquirem grande importância para a garantia dos níveis de segurança. A compreensão da relação entre a vulnerabilidade e o risco permite a contextualização deste último, o que faz com que estudos que privilegiem tal associação se tornem essenciais. Avaliar as vulnerabilidades existentes nestas áreas é de suma importância, pois os resultados podem ser úteis para a formulação de propostas e melhorias no gerenciamento dos riscos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi a aplicação do modelo conceitual de mapeamento da vulnerabilidade proposto pelo método ARAMIS (*Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the Context of the Seveso II Directive*), a fim de avaliar a vulnerabilidade da área de entorno do distrito industrial do município de Paulínia no estado de São Paulo, Brasil. Verificou-se assim, a aplicabilidade deste modelo ao contexto brasileiro, bem como a identificação dos alvos sensíveis à ocorrência de grandes acidentes e, sobretudo, sua aplicabilidade como instrumento de ordenamento territorial. Devido às características existentes nas áreas de entorno das plantas industriais nas grandes cidades brasileiras e, devido à gravidade e extensão dos danos que possíveis acidentes podem causar à saúde humana, a problemática da vulnerabilidade aos acidentes tecnológicos pode e deve ser encarada como um assunto pertinente da Saúde Pública capaz de contribuir em muito na gestão dos riscos associados e no ordenamento territorial de tais atividades.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade, Acidentes Tecnológicos, Ordenamento Territorial.

## Introdução

O mapeamento da vulnerabilidade no entorno de plantas industriais permite a visualização de áreas vulneráveis (alvos) às situações de riscos, a análise e a avaliação dos processos que as originam. Além disso, podem servir de subsídio para políticas públicas de gerenciamento de riscos em atividades desta natureza.

Devido ao fato do Brasil não possuir uma diretriz nacional para a gestão de riscos de grandes acidentes industriais e, ao planejamento territorial ser uma competência exclusiva dos municípios, estes geralmente desprovidos de recursos, existe uma grande lacuna no que se refere à gestão de riscos, em especial em pólos industriais complexos.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo aplicar o modelo de avaliação e mapeamento de vulnerabilidade proposto pelo método ARAMIS (*Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the Context of the Seveso II Directive*) para uma área industrial no Brasil, além de verificar a viabilidade deste para o contexto brasileiro e sua aplicabilidade na gestão de uso do solo no entorno de distritos industriais de grande porte no país.

**Método**

A vulnerabilidade do entorno de uma planta industrial é obtida através da composição de uma malha (de tamanho variável de acordo com os objetivos da pesquisa) na área de estudo selecionada. A seguir, é elaborado um índice que leva em conta a presença das três categorias de alvos: humano, ambiental, e material e suas respectivas subcategorias (Quadro I).

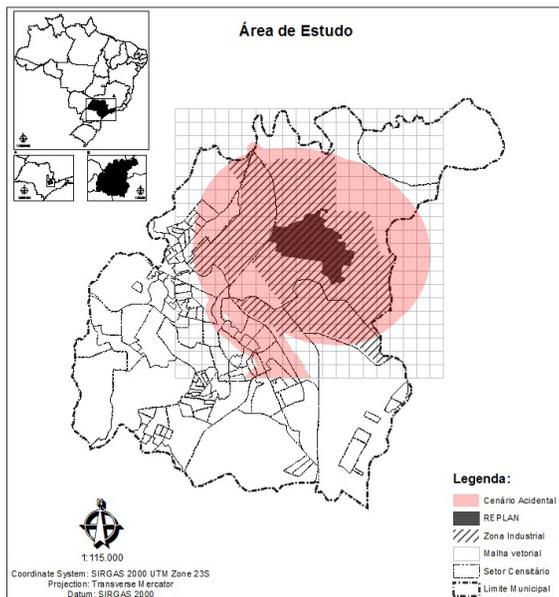
**Quadro I. Categorias e subcategorias de alvos.**

Alvos Humanos (H)	Alvos Ambientais (E)	Alvos Materiais (M)
Trabalhadores da indústria (H1)	Áreas agrícolas (E1)	Plantas industriais (M1)
População local (H2)	Florestas e áreas semi-naturais (E2)	Infraestruturas e serviços públicos (M2)
População em estabelecimentos públicos (H3)	Áreas naturais específicas (E3)	Estruturas privadas (M3)
Usuários de vias de comunicação (H4)	Nascentes e corpos d'água (E4)	Estruturas públicas (M4)

A vulnerabilidade de cada categoria de alvo é determinada em função da combinação de quatro tipos de efeitos físicos: sobrepressão, fluxo térmico, toxicidade de gás e poluição líquida com três tipos de impactos gerados em termos de: integridade (estrutura do alvo), econômicos (perda de produção ou reabilitação) e psicológicos (influência em um grupo de pessoas). A sobreposição de todas, resulta na vulnerabilidade global (TIXIER et al 2006). A quantificação dos alvos é representada adimensionalmente na malha, onde 0 indica ausência total e 1 indica a presença máxima do alvo.

**Área de estudo e cenários hipotéticos de acidentes**

A figura 1 exibe a região do distrito industrial do município de Paulínia, no estado de São Paulo, Brasil, onde uma malha de 500 x 500 metros foi definida a partir do centro da área da Refinaria de Paulínia (REPLAN), assim como a distância máxima de abrangência representativa de uma sobreposição de 14 cenários acidentais hipotéticos.



**Figura 1. Localização da Área de Estudo.**

A construção dos cenários hipotéticos de acidentes levou em consideração a overpressure, athermal flux e a gas toxicity como causas acidentais e, gás liquefeito de petróleo, gás de amônia e combustíveis líquidos inflamáveis como substâncias envolvidas. As distâncias de abrangência para cada cenário foram obtidas através da bibliografia disponível (KHAN e ABASSI, 1999) e por meio de simulações do *software Effect-GIS*.

### Resultados

Na figura 2 é possível verificar a identificação e espacialização dos alvos humanos, ambientais e materiais na área de estudo.

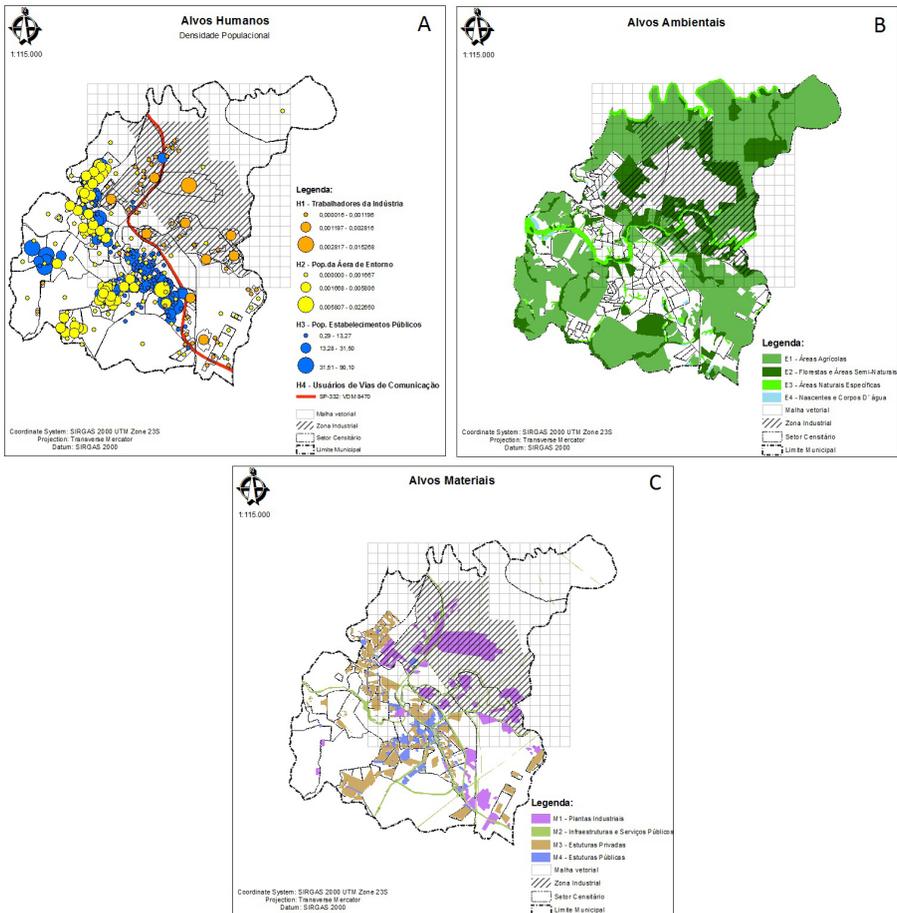


Figura 2. Identificação e espacialização dos alvos humanos (A), ambientais (B) e materiais (C) na área de estudo.

Na figura 3 é possível verificar a identificação e espacialização das vulnerabilidades na área de estudo.

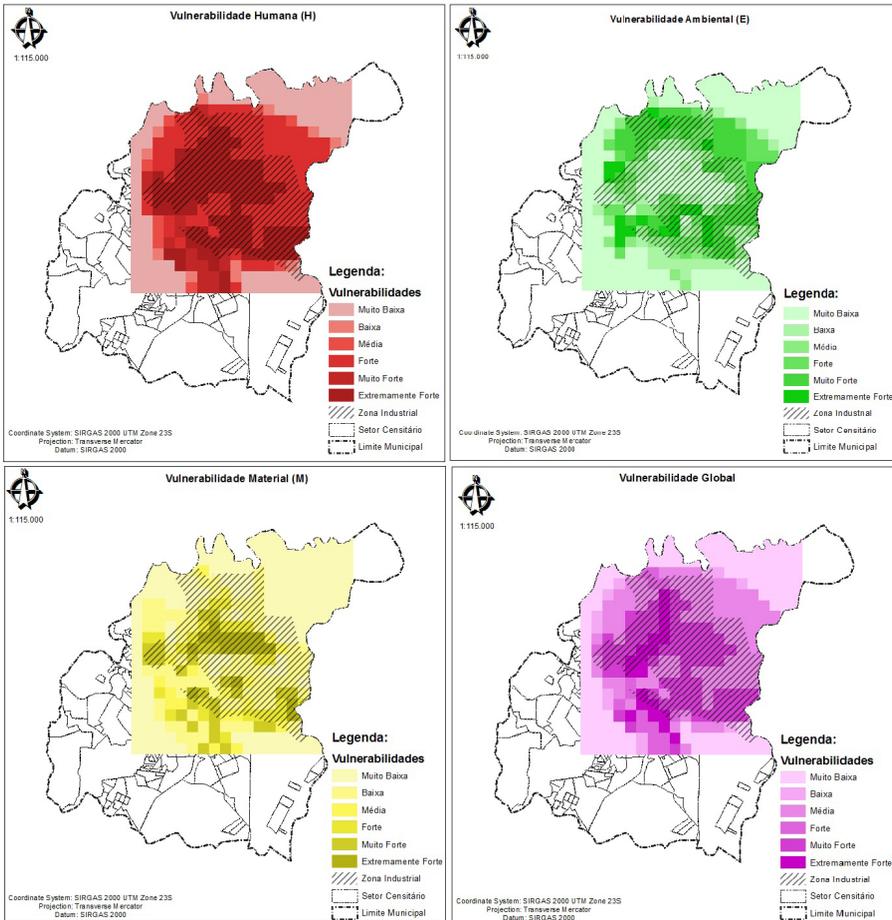


Figura 3. Identificação das vulnerabilidades encontradas na área de estudo.

A vulnerabilidade humana apresentou valores elevados nas porções centro-oeste, sul e sudoeste, já na ambiental, detectou-se os maiores valores obedecendo a um padrão centrífugo ao núcleo industrial. Em relação à vulnerabilidade material, os valores mais elevados foram associados às extensões industriais. Por fim, a vulnerabilidade global apresentou valores elevados de maneira similar às encontradas nas vulnerabilidades humana e material e valores pequenos similares aos encontrados na vulnerabilidade ambiental.

### Conclusão

De acordo com Farias (2010), o perímetro destinado ao uso industrial já corresponde a 40% da mancha urbana, fato que desperta preocupações sobre as transformações das formas de ocupação e que influencia, sobretudo na vulnerabilidade humana da região. Ressalta-se assim, a importância do planejamento territorial como instrumento capaz de mitigar as consequências de um acidente tecnológico. Neste sentido, destacam-se países da Europa e os EUA que levam

em conta a delimitação de zonas adjacentes ao entorno de plantas industriais com diferentes restrições de uso e ocupação do solo, prática que tem sido ignorada em regiões como o município de Paulínia, onde, frequentemente, as áreas vulneráveis superam espacialmente o limite industrial. O modelo de avaliação da vulnerabilidade utilizado neste estudo se mostrou viável de ser aplicado à realidade brasileira, uma vez que é conceitual e possui grande aplicabilidade em ambiente GIS, além de fornecer subsídios preciosos que podem ser inseridos em instrumentos de gestão do uso do solo no entorno de áreas industriais, pois os resultados em formato de mapas tornam-se acessíveis e de fácil interpretação para todas as entidades que estão envolvidas em processos como este.

### **Bibliografia**

- Farias, O. (2010) - *Análise do processo de instalação e expansão dos loteamentos fechados horizontais de alto padrão na cidade de Paulínia*. Campinas, Universidade de Campinas, 105 p.
- Khan, I.; Abbasi, A. (1999) - A new tool for conducting rapid risk assessment in refineries and petrochemical industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 18, n.º 3, p. 135-145.
- Tixier, J.; Dandrieux, A.; Dussere, G; Bubbico, R.; Mazzarotta, B.; Silvetti, B.; Hubert, E.; Rodrigues, N.; Salvi, O. (2006) - Environmental vulnerability assessment in the vicinity of an industrial site in the frame of ARAMIS European project. *Journal of Hazards Materials*, n.º 130, p.251-264.