

A DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO TECNOLÓGICO: CONTEXTO BIBLIOGRÁFICO E DE APLICAÇÃO NA ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO DO MUNICÍPIO PARANAGUÁ, PARANÁ, BRASIL

**Emerson Luis Tonetti¹, Leandro Ângelo Pereira², Fernanda de Souza Sezerino³,
Lais Almeida Nadolny da Silva⁴, Eduardo Vedor de Paula⁵, Denise de Freitas
Takeuti⁶**

GT: 2 - Conflitos Socioambientais.

Resumo

A proximidade de residências a empresas que desenvolvem atividades potencialmente perigosas constitui risco tecnológico, no município de Paranaguá, cidade portuária do Estado do Paraná. Diante desta contiguidade, em 2024 o município foi contemplado em um programa do governo federal, por meio da Secretaria Nacional das Periferias, para a elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), que visa propor e implementar ações relacionadas à prevenção e mitigação de desastres nas periferias urbanas. No contexto deste programa, surge a necessidade de pensar a abrangência das áreas expostas que envolvem comunidades ante os perigos tecnológicos percebidos por elas. A partir da revisão bibliográfica e da análise descritiva, o presente trabalho destaca parâmetros e produtos cartográficos que auxiliem o processo da delimitação das áreas de exposição ao risco tecnológico na zona urbana, no contexto da elaboração do PMRR do município. Dos textos selecionados, foram categorizados quatro grupos com seus respectivos parâmetros e produtos cartográficos. Destes, utilizando a área de influência dos empreendimentos que potencialmente geram processos perigosos e da sobreposição delas, pode-se chegar a um produto que não dependa de dados históricos sistematizados ou das especificidades de cada substância, equipamento e processos presentes na empresa e, que indica os locais com maior exposição a riscos tecnológicos. Em exemplo de

¹ Doutorado; Meio ambiente e saúde/UFPR; Paranaguá, Paraná, Brasil. E-mail: emerson.tonetti@ifpr.edu.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3325-0615>.

² Doutorado; Meio ambiente e saúde/UFPR; Paranaguá, Paraná, Brasil. E-mail: leandro.pereira@ifpr.edu.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6055-8063>.

³ Mestrado; Geografia/UFPR; Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: fernanda.sezerino@ufpr.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3028-6372>.

⁴ Graduação; Geografia/UFPR; Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: lais.nadolny@ufpr.br; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9521-6520>.

⁵ Doutorado; Geografia/UFPR; Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: edugeo@ufpr.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1847-0161>.

⁶ Mestrado; Gestão/UFPR; Paranaguá, Paraná, Brasil. E-mail: denise.defreitas@ifpr.edu.br; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4394-5842>.

aplicação desta proposta em Paranaguá, em locais que apresentam empresas que armazenam e transportam líquidos inflamáveis, evidencia-se núcleos residenciais dos bairros Vila Alboit, Vila Portuária, Vila Rute, Rocio e Serraria do Rocha como os mais expostos ao processo perigoso de explosão. No processo de elaboração do PMRR esse procedimento pode facilitar a etapa de seleção dos locais, direcionando esforços para as reuniões com as comunidades, visitas técnicas e elaboração de propostas estruturais e não estruturais. Diante disto, o planejamento do uso da terra, como ocorre na elaboração dos planos diretores municipais, é uma das camadas de segurança, no conceito multinível, que, com a participação efetiva da sociedade, pode gerar diretrizes e políticas públicas que contribuam para a gestão do território no sentido da redução dos riscos, conflitos e promovam a resiliência e sustentabilidade urbana.

Palavras-chave: área de exposição; vulnerabilidade; segurança multinível; incompatibilidade de usos; planejamento urbano.

1 INTRODUÇÃO

Desastres humanos são consequências indesejáveis de origens diversas. Aqueles de natureza tecnológica envolvendo atividades industriais e portuárias são eventos agravados quando ultrapassam os limites da empresa e geram vítimas humanas e perdas materiais em comunidades próximas (BRASIL, 2004). Existem políticas públicas e diretivas gerais que orientam a organização do território no caminho da prevenção dessa categoria de acidente, vislumbrando maior capacidade de resiliência e sustentabilidade. Contudo, em áreas urbanas onde o crescimento ocorreu de forma não planejada, as dificuldades enfrentadas pelas instituições responsáveis e envolvidos, serão maiores para a adoção de medidas que se voltem para o meio ambiente equilibrado e o bem estar humano, diante da incompatibilidade de usos no território.

A Constituição Federal de 1988 reforça e direciona a concepção do ambiente urbano para o equilíbrio entre questões sociais, econômicas e ambientais para a necessária qualidade do ambiente e qualidade de vida para as pessoas (BRASIL, 1988). Instrumentos de gestão como o Estudo de Impacto Ambiental (BRASIL, 1981, CONAMA, 1986), Plano Diretor e o Estudo de Impacto de Vizinhança (BRASIL, 2001) passam a ser utilizados nesse contexto de relações dos processos ambientais, estrutura produtiva e pessoas nas cidades. Cada qual em sua respectiva esfera de ação, para a devida análise prévia das consequências dos impactos de certa atividade econômica para a adoção de medidas preventivas, mitigatórias ou compensatórias, visando o referido equilíbrio. Reforçando este ponto, no Estudo de Impacto de Vizinhança, apresentam-se diretrizes e princípios para a ordenação e uso da terra municipal e recomendações para evitar, entre outras questões “[...] b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes; [...] g) a poluição e a degradação ambiental; h) a exposição da população a riscos de desastres.” (BRASIL, 2001, Art. 2º, Inc.VI).

Diante disso, conceitos como exposição e vulnerabilidade são possibilidades para análise e planejamento territorial, especialmente no caso de riscos tecnológicos no meio urbano (BOSQUE SENDRA et al., 2004), cuja proximidade com outros usos, pode gerar incompatibilidade e inconveniências (BRASIL, 2001). Tais conceitos são dimensões espacializáveis do risco e, portanto, saber a localização das fontes de perigo, dos locais expostos a eles e suas respectivas vulnerabilidades possibilita avaliar o potencial de risco no território e portanto, permite gerenciar desequilíbrios e

desigualdades com mais eficiência no uso dos recursos para prevenção e resposta em caso de ações de emergência frente a um acidente.

Um passo inicial para estabelecer a exposição ao perigo é a identificação das suas fontes e o reconhecimento do ambiente físico, no contexto da bacia hidrográfica, pois essas condicionantes modificam a magnitude do impacto e o alcance espacial das consequências de tais acidentes (CHRISTOU; PORTER, 1999, BOSQUE SENDRA, 2004). Nessa mesma linha, Cahen (2006) comenta que além das constantes melhorias técnicas, tecnológicas e da cultura de segurança com os funcionários dentro das empresas, manter distâncias apropriadas e a preparação da população no entorno, são elementos chave para a redução da extensão das consequências dos danos e impactos em caso de acidente tecnológico. Ou seja, a prevenção ocorre ao levar em conta os fatores de risco que estão associados à organização e às comunidades potencialmente expostas a fontes de perigo. Este é o conceito de segurança multinível disposto na Diretiva de Seveso II, conforme a apresentação dada por Christou, Struckl e Biermann (2006). Desta, depreende-se a necessidade de monitoramento constante, interno e externo às empresas, juntamente com o planejamento do uso da terra e de planos de emergência associados com as informações ao público e a preparação das comunidades que vivem no entorno. Este ponto, foi recentemente destacado no trabalho desenvolvido por Lolive e Okamura (2022) a partir da norma técnica da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que estabelece diretrizes e fixa condições mínimas exigíveis para elaborar e implantar o Plano de Preparação das Comunidades Expostas a Risco Tecnológico de Origem Química (PPC).

No contexto da gestão do território, o planejamento do uso da terra mediado pelo zoneamento e com salvaguardas de espaçamento, em associação com condições técnicas dos empreendimentos, como a inclusão de equipamentos de monitoramento automatizados sob supervisão humana treinada e protocolos construtivos, além de reduzirem a extensão das consequências de um acidente, podem atuar como uma ferramenta de prevenção (CHRISTOU; STRUCKL; BIERMANN, 2006). Considerando o espaçamento entre os usos na etapa de planejamento de novos empreendimentos, ou seja, uma faixa de segurança ou de exposição, usos de baixa densidade humana, podem ser implementados, como instalações de armazenamento e espaços verdes (CHRISTOU; PORTER, 1999). Contudo, onde o adensamento populacional já está instalado no entorno do empreendimento, é necessário o planejamento de longo prazo para que ocorra a mudança da natureza do empreendimento ou dos usos a sua volta (*op. cit.*).

Essas ações no território, entre outras questões, precisam estar apoiadas em medidas já aplicadas em outros locais para promover análises comparativas, que resultem em explicações e justificativas, reduzindo a subjetividade para a tomada de decisões em prol do bem estar humano e da qualidade do ambiente urbano. Para tanto, essas ações requerem o estabelecimento e a aplicação de restrições que definem quais usos são permitidos na zona ao redor de um empreendimento com perfil de risco tecnológico e, conseqüentemente, as restrições devem ser condizentes a ele. Isto posto, torna-se evidente que métodos e critérios de avaliação de riscos são essenciais para o planejamento do uso da terra no território urbano.

Christou, Struckl e Biermann (2006) destacam duas metodologias básicas em relação à forma como a probabilidade dos cenários de acidentes é considerada: a primeira se concentra na avaliação das conseqüências de uma série de cenários de eventos concebíveis e pode ser tipicamente chamada de abordagem baseada em conseqüências, e a segunda, na avaliação tanto das conseqüências quanto das probabilidades de ocorrência dos possíveis cenários de eventos, podendo ser chamada de abordagem baseada em risco.

Para uma determinada instalação, uma abordagem "baseada em conseqüências" mostrará caracteristicamente a área de conseqüências para efeitos letais e lesões graves resultantes dos cenários avaliados, enquanto uma abordagem "baseada em risco" mostrará uma área dentro da qual há uma determinada probabilidade de um nível específico de dano resultante do grande número de cenários de acidentes possíveis (CHRISTOU; STRUCKL; BIERMANN, 2006, p.22).

Assim, uma aborda as conseqüências e outra os riscos, ou seja, além da extensão das conseqüências dos acidentes, avalia a sua probabilidade, que é considerada apenas implicitamente na primeira.

No tocante a abordagem baseada nas conseqüências, os cenários podem ser provenientes de eventos históricos, modelados matematicamente ou simplesmente descritos por especialistas. Os mais críveis podem ser selecionados para o estabelecimento de faixas de segurança (medida preventiva) e os mais graves para situações de emergência (medida de contingência) (CHRISTOU; STRUCKL; BIERMANN, 2006, p.23). Normalmente, no estabelecimento dessas distâncias, é considerada a letalidade ou o efeito irreversível à saúde, disposta uniformemente na área e por isso é comum a representação de círculos concêntricos de exposição. Contudo, o ambiente físico possui efeito na definição da área exposta, como a topografia, a permeabilidade do substrato, a direção dominante dos ventos ou a proximidade das correntes fluviais que podem influenciar o caminho de propagação dos danos e o tamanho

da área afetada e, como consequência, amplificar as consequências catastróficas de um acidente (BOSQUE SENDRA et al., 2004). Por esta razão, o Ordenamento do Território, a partir da concepção como política pública (MASSIRIS, 2002, GUDIÑO, 2015), desempenha um papel muito importante na escolha da localização de atividades ou instalações consideradas perigosas.

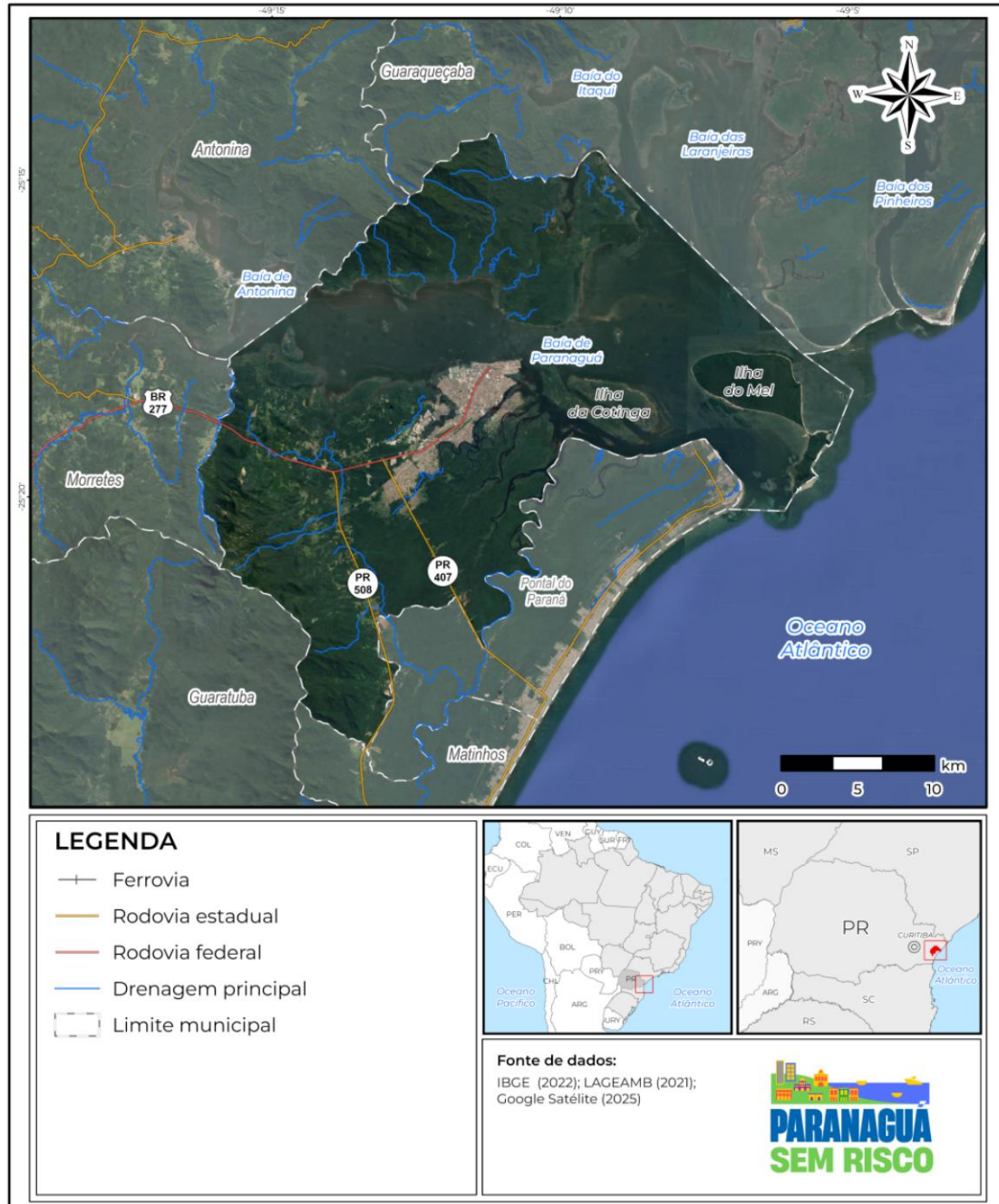
Na abordagem baseada em risco os cenários também podem ser utilizados, bem como o banco de dados com as frequências dos acidentes e ferramentas estatísticas, cujo “objetivo é avaliar a gravidade dos acidentes potenciais e estimar a probabilidade de sua ocorrência” (CHRISTOU; STRUCKL; BIERMANN, 2006, p.23). Nesta abordagem é comum a representação das áreas de risco, com isolinhas de probabilidade, nas quais, as formas são geralmente irregulares, ou seja, as linhas conectam pontos em um mapa que compartilham o mesmo valor de probabilidade.

O planejamento do uso da terra é particularmente importante para o controle de riscos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas. Ele visa à prevenção destes e à limitação de suas consequências para o ser humano e o meio ambiente, com vistas a garantir altos níveis de proteção em toda a comunidade de forma consistente e eficaz (CHRISTOU; STRUCKL; BIERMANN, 2006, p.23).

No município de Paranaguá, cidade portuária do litoral do Estado do Paraná (Figura 1), há núcleos habitacionais imbricados às grandes indústrias e armazéns, oriundos do crescimento não planejado. Diante desta contiguidade, em 2024 o município foi contemplado em um programa do governo federal, por meio da Secretaria Nacional das Periferias, para a elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), que visa propor e implementar ações relacionadas à prevenção e mitigação de desastres nas periferias urbanas. Historicamente, os PMRR têm o enfoque em riscos geológicos e hidrológicos, no entanto, no contexto do município de Paranaguá e dos objetivos deste programa, surge a necessidade de pensar a abrangência das áreas de risco que envolvem comunidades ante os perigos tecnológicos percebidos por elas. Isto se torna particularmente importante neste município, cujo porto Dom Pedro II se destaca no cenário latino-americano e as atividades industriais e portuárias seguem em expansão, ao passo que, o percentual de residentes em favelas é 47,2% da população, sendo o maior percentual do estado, cuja média é 3,86% (IBGE, 2025). Nos bairros Vila Guadalupe, Dom Pedro II, Industrial, Rocio, 29 de Julho, Vila Alboit, Vila Rute, Vila Portuária e Serraria do Rocha, que ficam próximos à zona portuária, são registrados 4882 moradores

(IBGE, 2022). Tal condição, destaca a vulnerabilidade dessas comunidades diante de potenciais acidentes tecnológicos.

Figura 1 – Localização do município de Paranaguá.



Fonte: PMRR/PARANAGUÁ/LAGEAMB (2024a).

Na elaboração deste plano, uma das ações é o levantamento dos locais potencialmente expostos a riscos para a proposição de medidas estruturais e não estruturais para a redução dos riscos e prevenção das consequências de um eventual

acidente. Também, devem ser verificadas as condições da exposição ao perigo e a vulnerabilidade da comunidade e, como destacam Lolive e Okamura (2022), sua preparação para o caso de situações emergenciais, ou seja, é preciso que elas saibam e estejam preparadas para agir em momentos de crise.

Diferentemente dos riscos geológicos e hidrológicos, detalhadamente descritos no manual para elaboração do PMRR (BRASIL, 2024), não há metodologia estabelecida para riscos tecnológicos. Diante do exposto, considerando que a etapa do levantamento das fontes de perigo já foi atingida (PMRR-Paranaguá, 2024b), o objetivo deste trabalho é destacar parâmetros citados na bibliografia e produtos cartográficos que auxiliem a delimitação das áreas de exposição ao risco tecnológico na zona urbana, no contexto da elaboração do PMRR do município de Paranaguá, Paraná, Brasil.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

No Portal de Periódicos da CAPES, foram levantados 50 textos acadêmicos revisados por pares, utilizando as palavras-chave “risco tecnológico”, “technological risk” and “vulnerability”. Após a leitura do título e do resumo, 27 deles foram selecionados para leitura completa. Destes, permaneceram aqueles que apresentaram pelo menos um produto cartográfico indicando uma área exposta a uma ou mais fontes de perigo tecnológico. Isto, entendendo que o risco é uma expressão do perigo e da vulnerabilidade (DAGNINO; CARPI-JUNIOR, 2007). Durante a leitura, quando havia citação de artigos com tais características, a busca regressiva era realizada e o texto incorporado ao conjunto selecionado, que somou 14 produções com base acadêmica.

Em seguida, uma planilha geral foi elaborada com as variáveis da constituição dos textos e respectivos produtos cartográficos para posterior identificação de padrões gerais de medidas de distância de segurança que levassem a constituição de área de exposição, representações cartográficas e tipologias de metodologias de análise de risco descritas por Christou, Struckl e Biermann (2006). O processo de análise dos resultados envolveu a interpretação visual dos quadros de correlações com as sínteses das variáveis obtidas dos textos selecionados e das respectivas cartas temáticas, quando presentes. Em seguida, os pontos fortes e fracos dessas tipologias foram destacados sob a perspectiva da elaboração de procedimentos de fácil aplicação na avaliação de risco tecnológico em PMRR nos municípios de diferentes regiões do Brasil. Pelo contexto, a presente proposta metodológica possui base bibliográfica, por considerar materiais já elaborados, e

descritiva ao proporcionar uma visão do fenômeno a partir das variáveis dispostas (GIL et al., 2002).

Para a elaboração de um exemplo de produto cartográfico que possa ser incorporado ao processo de elaboração do PMRR, após a síntese descritiva comentada acima, foi realizada a busca, nos portais do Instituto Água e Terra (IAT) do governo do Estado do Paraná e na Secretaria Municipal de Urbanismo (SEMUR) de Paranaguá, por documentos requeridos para o licenciamento e operação das empresas que transportam e/ou armazenam líquidos inflamáveis no município de Paranaguá. Em cada documento, buscou-se a imagem com a área de influência direta (AID). Na ausência do documento na esfera estadual (Estudo de Impacto Ambiental-EIA; Relatório de Impacto Ambiental-RIMA), utilizou-se o respectivo da esfera municipal (Estudo de Impacto de Vizinhança-EIV; Relatório de Impacto de Vizinhança-RIV). No total foram obtidos seis AID de três empresas diferentes. Essas AID correspondiam a etapas de regularização ou ampliação de áreas de armazenamento em tanques cilíndricos de aço e respectivos dutos de comunicação entre áreas da mesma empresa e destas com o pier de carga e descarga de graneis líquidos.

Em ambiente Google Earth pro, de posse das imagens das AID das referidas empresas, foram elaborados os polígonos de cada uma delas e em seguida, sua sobreposição. Deste procedimento, resultaram áreas com maior e menor sobreposição de AID que representam gradações de áreas expostas aos efeitos das operações das respectivas empresas. A fim de promover a discussão e de representar a função dessa técnica, na área com maior sobreposição aos efeitos diretos dos empreendimentos, foram poligonizados os núcleos residenciais e as áreas de armazenamento de líquidos inflamáveis, para esse contexto de potencialidade de risco.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as observações de Brasil (2001), Cahen (2006) e Christou, Struckl e Biermann (2006), de que usos incompatíveis devem ser separados por distâncias adequadas, e que o planejamento do uso da terra pode ser considerado um dos níveis de segurança dentre as medidas para a redução das consequências em caso de acidente tecnológico, dos 50 textos selecionados, 14 continham pelo menos uma indicação de distância de segurança de uma fonte de perigo e 11 destes, continham produtos cartográficos representando a área de exposição a determinada fonte de perigo tecnológico (Quadros 1, 2, 3 e 4).

Considerando as metodologias básicas destacadas por Christou, Struckl e Biermann (2006), 13 referências selecionadas foram categorizadas na abordagem das consequências (Quadros 1, 2 e 3) e apenas uma na das probabilidades (Quadro 4).

Nas produções do quadro 1, o bairro ou o quadrante no mapa é a área potencialmente exposta, independentemente da distância da fonte de perigo. Nesta, a quantidade de fontes de perigo e vulnerabilidades é utilizada para estabelecer uma hierarquia relativa entre as unidades. Criando desta forma, a indicação da exposição e/ou risco frente aos perigos e vulnerabilidades presentes. Neste quadro, o primeiro artigo utiliza o bairro como unidade de análise e não indica a origem desta escolha. Desta forma, não explica a importância do bairro como recorte de base para discutir sua relação com as fontes de perigo e os riscos tecnológicos nestes locais. Da mesma forma, o segundo artigo do quadro 1, também não explica sua escolha pelo quadrante, mas afirma que a medida de 36 hectares é resultante da matriz lógica do software cartográfico. Possivelmente, a escolha do bairro no primeiro, tenha relação com a organização e a tomada de decisões na estrutura política do município estudado e no segundo, com a tentativa de inserir a aleatoriedade ao processo metodológico.

Quadro 1 – Produções na linha da metodologia das consequências com foco na unidade de área e na quantidade de fontes de perigo para criar uma hierarquia relativa de risco.

Unidade de Análise (UA)	Origem da UA	Fontes de Perigo (FP)	Origem da FP	Fonte Bibliográfica
Bairro	Ausente	-depósito de combustíveis (postos de revenda e refinarias); -termelétricas; indústrias que utilizam solventes e/ou gases (linhas de gás/GLP); -portos e aeroportos; -áreas de disposição de resíduos (aterros, lixões, recicladores e incineradores).	Estudos e manuais de análise de riscos.	Oliveira e Borges (2018)
Quadrante (36 ha)	Gerada pelo software de cartografia	-depósito de combustíveis; -depósito de produtos perigosos (inflamáveis, radioativos, patogênicos e munições); -oleoduto; -gasoduto; -dutos de água; -corredores de transporte de materiais perigosos (avenidas e ferrovias).	Ausente	Carmo e Rocha (2005)

Fonte: elaborado pelos autores.

Os textos presentes no quadro 2 selecionam uma ou mais fontes de perigo e a partir delas traçam distâncias de segurança, utilizando indicações de fontes bibliográficas

e/ou normativas para estabelecer a área de exposição e em alguns casos, suas vulnerabilidades. A sobreposição das áreas de exposição é uma estratégia utilizada em duas das sete produções deste quadro, para indicar locais expostos a maior número de fontes de perigo. Assim como no quadro 1, gerando uma hierarquização relativa entre as áreas expostas e, com o levantamento das vulnerabilidades, o risco de acidentes tecnológicos. Este procedimento permite maior refinamento na indicação de locais expostos a riscos tecnológicos, limitando-os às suas respectivas fontes de perigo e não à unidade do território ou do produto cartográfico em que essas fontes se encontram.

Quadro 2 – Produções na linha da metodologia das consequências com foco nas fontes de perigo com distâncias de segurança oriundas de normativas ou textos acadêmicos.

Fontes de Perigo (FP)	Origem da FP	Unidade de Exposição (UE)	Origem da UE	Fonte Bibl.
Plantas industriais (armazenamento combustíveis) e eixos rodoviários de transporte de substâncias perigosas	Revisão da literatura	-aproximação da escala gráfica: 400 e 550m do centro do tanque de armazenamento; -57m de cada lado do eixo da via rodoviária e ferroviária.	Perímetro de segurança - duas leis da França que organizam o uso do solo entorno de plantas industriais e diretiva de Seveso.	Glatron (2001)
Indústria de plástico	Revisão da literatura	200m	Swedish National Board of Housing, Building and Planning [...] Land use planning.	Christou e Porter (1999)
Fábrica de papel		500m		
Indústria química não orgânica		1.000m		
Refinaria de petróleo		1.500m		
50 - 200 t de GLP		50 - 200m	Safety-related Decrees and Standards by the Finnish Authorities: for LPG and Ammonium nitrate	
> 100 t de NH ₄ NO ₃		> 400m		
Depósitos combustíveis; polígonos industriais, indústrias isoladas; plantas de Resíduos Tóxicos Perigosos (RTP); depósitos de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU); incineradoras de RSU; aeroportos.	Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP)	2.000m	RAMINP - Decreto Espanhol 2414/1961, de 30 de novembro.	Bosque Sendra <i>et al.</i> (2004)

Oleoduto; gasoduto; linha de alta tensão; aterro sanitário controlado; ETA; estradas com transferência de RTP		500m	Experiência de eventos anteriores	
Postos de gasolina; estações de transferência de RSU		300m		
Grandes instalações e depósitos químicos e de petróleo	histórico dos grandes acidentes que marcaram mudanças nas normativas da França	1.000m	Decreto ministerial de 1980 revisto em 1987, na França -estabelece níveis e subníveis de restrições de ocupação no entorno dos grandes empreendimentos)	Cahen (2006)
Produtos com número de perigo 7, 8 e 9 segundo resolução 420 da ANTT, 2004	Bosque Sendra (2004), ONU (2013) recomendações para transporte de mercadorias perigosas, ANTT (2004)- número do perigo para hierarquizar periculosidad e do produto.	2.500m	Bosque Sendra et al. (2004), ONU (2013), ANTT (2004).	Torrise, De Paula e Wroblewsky (2017)
Produtos com número de perigo 5 e 6 segundo resolução 420 da ANTT, 2004		2.000m		
Produtos com número de perigo 2, 3 e 4 segundo resolução 420 da ANTT, 2004		1.500m		
Empreendimentos com alto potencial de causar poluição. Também inclui atividades radiativas, rodovias e ferrovias	Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e os dados de atividades radiativas da	200 a 2000m	UNISDR (2018), Bosque Sendra <i>et al.</i> (2004) e Carmo e Rocha (2005)	Macedo e Souza (2020)
Empreendimentos com médio potencial de causar poluição. Também inclui atividades radiativas, rodovias e ferrovias		100 a 500m		
Empreendimentos com pequeno potencial de causar poluição		100 a 300m		

	Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)			
Aeroporto	Área de Segurança Aeroportuária (ASA) - Lei Federal nº 12.725/2012	20 km do centro da maior pista		
Infraestrutura: turística (grandes clubes, hotéis ...); energética (usina nuclear, torres e linhas de alta tensão, gasoduto TEBIG); portuária (portos); industrial (CSN); viária (vias acesso grandes empreendimentos)	EIA/RIMA dos empreendimentos da área de estudo	Área de influência do projeto no contexto da bacia hidrográfica	Conama 01 (1986)	Souza (2020)

Fonte: elaborado pelos autores.

As fontes bibliográficas presentes no quadro 3 utilizam o software ALOHA para delimitar níveis de consequências dos efeitos dos impactos de determinado tipo de acidente para certa substância química. Desta forma, é preciso alimentar os softwares com informações para que o modelo possa gerar as áreas em níveis de gravidade de exposição. Tal procedimento insere maior objetividade no processo de seleção de áreas expostas, pelo uso da linguagem matemática, especificações da substância química e do processo ao qual está submetida.

Quadro 3 – Produções na linha da metodologia das consequências com foco nas fontes de perigo com distâncias de segurança oriundas do software ALOHA.

Fontes de Perigo (FP)	Origem da FP	Unidade de Exposição (UE)	Origem da UE	Fonte Bibl.
Instalações de armazenamento e transporte de derivados de petróleo - GLP na simulação feita	Legislação nacional da Venezuela e EIA da empresa.	350, 500 e 800m do maior para o menor efeito de gravidade para o GLP.	Níveis de alcance dado pelo software ALOHA para a (BLEVE) de GLP.	Linayo (2010)
Grandes empresas que armazenam grânulos líquidos (inflamáveis) e sólidos (grãos e fertilizantes)	Mapeamento das substâncias químicas perigosas (Gouvêa; Tonetti, 2017).	950, 1400 e 2100m do maior para o menor efeito de gravidade da BLEVE para Etanol.	No software ALOHA - níveis de consequências da BLEVE em tanque de etanol.	Gouvêa Dantas, Silva e Tonetti (2020)

Veículos de transporte de materiais perigosos e empresa de enchimento de GLP	Revisão da literatura	360, 510 e 800m do maior para o menor efeito de gravidade da BLEVE para GLP	No software ALOHA - níveis de consequências da BLEVE em tanque de GLP	Bencheri f (2024)
Indústria frigorífica	Contexto do setor produtivo local e revisão da literatura	700, 1600 e 3600m do maior para o menor efeito de gravidade da ameaça tóxica no ar	No software ALOHA - níveis de consequências da liberação de amônia	Sánchez <i>et al.</i> (2018)

Fonte: elaborado pelos autores.

A metodologia utilizada no texto presente no quadro 4, necessita de dados históricos e sistematizados da área estudada, além das características químicas da substância, da quantidade e dos processos a que ela está submetida, para alimentar as fórmulas que dão suporte para a criação das isolinhas de risco que indicam a probabilidade para que determinado evento perigoso ocorra no local e provoque certo nível de impacto. A objetividade e particularidades do ambiente considerado exposto estão mais representadas aqui do que nas demais modalidades apresentadas, como a topografia, permeabilidade do solo e condições atmosféricas. Também são maiores as especificações técnicas para o profissional ou pesquisador, para trabalhar nesta linha.

Quadro 4 – Produções na linha da metodologia das probabilidades resultantes da base de dados estatísticos dos eventos perigosos da cidade estudada e do software ALOHA.

Fontes de Perigo (FP)	Origem da FP	Unidade de Exposição (UE)	Origem da UE	Fonte Bibl.
Indústrias ou depósitos de substâncias inflamáveis, explosivas, tóxicas, nocivas e perigosas	Departamento de estatística da cidade de Huainan, China	Neste caso, elipse alongada com direção influenciada por condições do tempo, relevo, edificações, ...	Níveis de consequências de vazamento de gás tóxico, dado pelo software ALOHA.	Zhou e Liu (2012)
		Círculos concêntricos de gravidade. Abrangência relacionada às condições de cada acidente	No software ALOHA - Níveis de consequências da BLEVE em tanques de etilamina, amônia líquida e em postos de gasolina.	

Fonte: elaborado pelos autores.

A origem das fontes de perigo está vinculada às revisões bibliográficas de produções relacionadas e a legislações ou normas técnicas de instituições da governança com abrangência nacional. Dentre as bibliografias citadas, destaca-se a de Bosque Sendra *et al.* (2004) e aquelas relacionadas com a United Nations International Strategy for

Disaster Risk Reduction (UNISDRR, 2017). A lista de fontes de perigo é diversa e sua constituição está relacionada com os usos nas respectivas áreas de estudo. Como exemplo, pode ser citada a infraestrutura para o turismo e a usina nuclear em Serra Verde, no litoral do Rio de Janeiro, no Brasil, no trabalho de Souza (2020) e os frigoríficos em La Plata, na Argentina, no texto de Sánchez *et al.* (2018).

Dos itens mais frequentes listados nos quadros presentes acima, têm-se os depósitos de combustíveis inflamáveis com potencial explosivo, as indústrias, pela diversidade de substâncias químicas prejudiciais, potencialmente presentes (CHRISTOU; PORTER, 1999, CAHEN, 2006, ZHOU; LIU, 2012, TORRISI; DE PAULA; WROBLEWSKY, 2017) e as vias de transporte de materiais perigosos, avenidas e/ou ferrovias, pela abrangência espacial, que incluem áreas densamente ocupadas, e de substâncias potencialmente perigosas, deslocadas, como as inflamáveis ou tóxicas (GLATRON, 2001, BOSQUE SENDRA *et al.*, 2004, BENCHERIF, 2024).

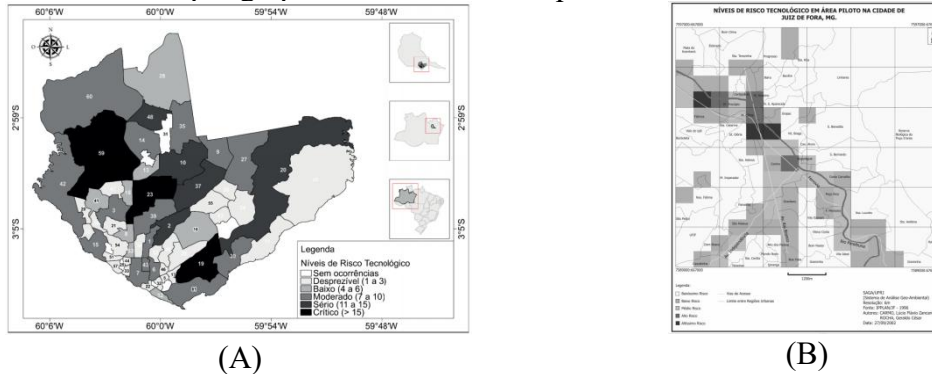
Uma fonte importante de informações para constituição de medidas de exposição no quadro 2 são os registros históricos dos acidentes, a partir dos quais, pode-se obter além das distâncias, a gravidade das consequências dos impactos provocados pelo acidente. Estas variáveis foram ressaltadas por Cahen (2006) ao relatar a incorporação de tais medidas nas normativas para a gestão do uso da terra urbana na França. Já no quadro 3 as medidas indicadas resultam da inserção dos dados necessários para “rodar” o software com um modelo matemático pré-formatado a fim de gerar potenciais áreas de exposição a partir do ponto de ocorrência do acidente. Após o resultado deste processo podem ser produzidas figuras geométricas que dependem do tipo de acidente, fenômenos atmosféricos e das propriedades físicas do local, como apresentado no quadro 4, na produção de Zhou e Liu (2012) na cidade de Huainan, na China.

Dois artigos, Linayo (2010) e Bencherif (2024), presentes no quadro 3, simularam a BLEVE para GLP e chegaram a medidas semelhantes do alcance das gravidades dos efeitos do potencial acidente. Por sua vez, as distâncias foram maiores para a simulação da BLEVE para o etanol (GOUVÊA DANTAS; SILVA; TONETTI, 2020) e para o vazamento de gás tóxico à base de amônia, no mesmo software, como demonstrado por Sánchez *et al.* (2018).

Os produtos cartográficos categorizados no quadro 1 (Figura 2) demonstram a maior potencialidade do risco pela quantidade de fontes presentes na unidade de análise estabelecida. No quadro 2 (Figura 3), nos trabalhos de Bosque Sendra *et al.* (2004),

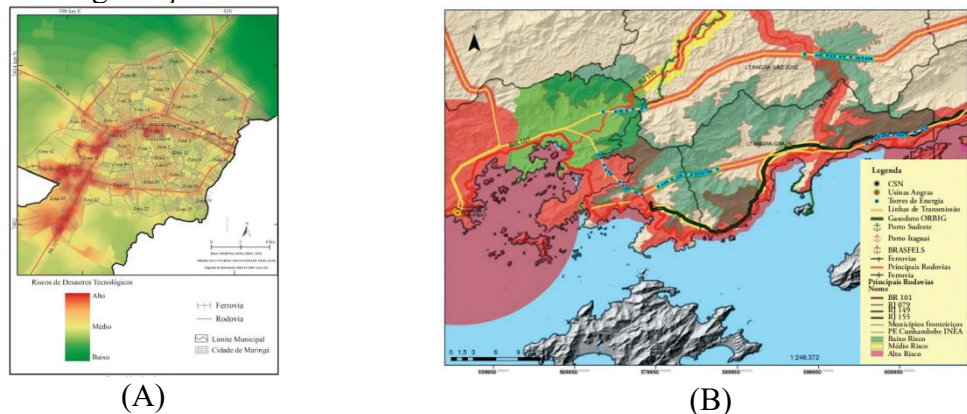
Torrise, De Paula e Wroblewsky (2017) e Macedo e Souza (2020) se utiliza a sobreposição da área de exposição de cada fonte de perigo para obter o mesmo resultado.

Figura 2 – Produtos cartográficos com foco na unidade de área e na quantidade de fontes de perigo para criar uma hierarquia relativa de risco.



Fonte: adaptado de (A) Oliveira e Borges (2018) e (B) Carmo e Rocha (2005).

Figura 3 – Produtos cartográficos com foco nas fontes de perigo com distâncias de segurança oriundas de normativas ou textos acadêmicos.



Fonte: adaptado de (A) Macedo e Souza (2020) e (B) Souza (2020).

Os trabalhos dos quadros 2, 3 e 4 criam a área de exposição a partir da especificidade de um cenário de acidente ou da substância química e de suas condições no processo produtivo. Diferentemente, o procedimento proposto por Souza (2020) considera a área de influência do empreendimento, que deve ter como base os impactos do seu funcionamento no entorno e em um contexto de bacia hidrográfica (CONAMA, 1986). Desta forma, dependendo dos objetivos a serem atingidos, é possível projetar uma aproximação da área de exposição do entorno a partir do estudo ou relatório de impacto ambiental do empreendimento considerado e/ou dos estudos de impacto de vizinhança. Somada a isso, a sobreposição da área de influência das fontes de perigo usada no trabalho

de Macedo e Souza (2020) pode-se chegar a um produto cartográfico (Figura 3) que demonstra gradações de prioridades de áreas expostas ao risco tecnológico.

Ponderando sobre essas metodologias de análise de risco e respectivos produtos cartográficos sob a perspectiva da elaboração de procedimentos de fácil aplicação na avaliação de risco tecnológico em PMRR em unidades municipais em diferentes regiões do Brasil (Quadro 5) é possível retirar pontos relevantes que sustentam a proposição acima: a facilidade de compreensão dos produtos que explicam os fenômenos; a objetividade na metodologia de avaliação; o tipo ou categoria de risco em associação com os impactos dos possíveis desastres; a área de exposição e a distância da fonte de perigo; a categorização de risco; quanto maior a base de dados sistematizados, melhor.

Quadro 5 - Síntese comparativo das metodologias de análise de risco sob a perspectiva da formatação de procedimento para a aplicação na avaliação de risco tecnológico em PMRR pelas prefeituras brasileiras.

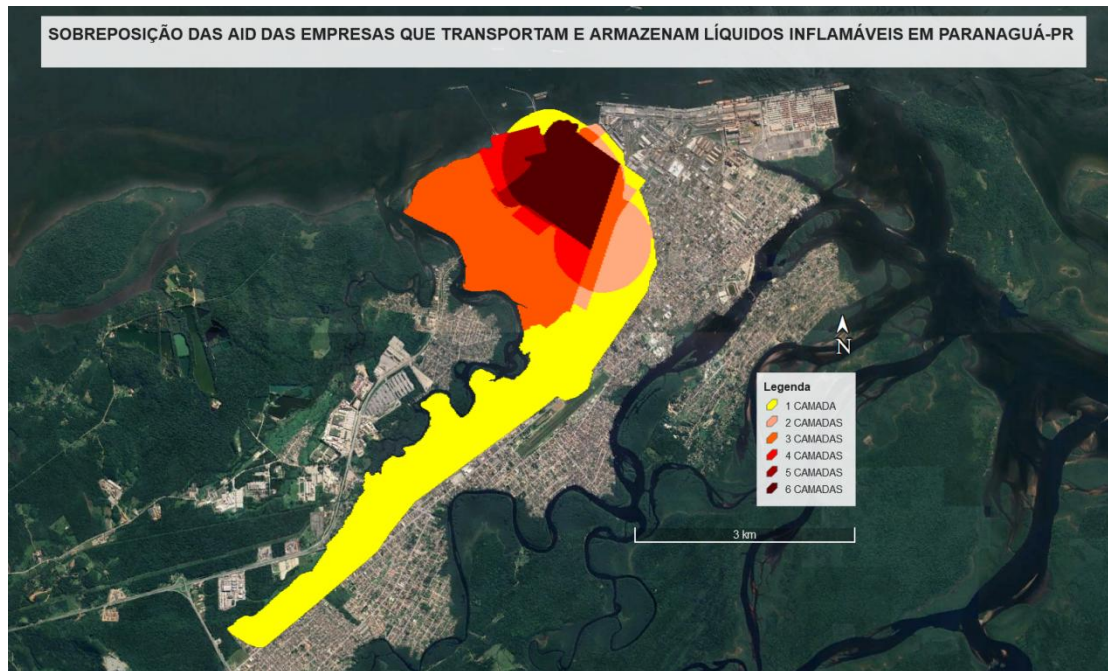
Metodologia	Pontos Fortes	Pontos Fracos
1 - Abordagem das consequências com foco na unidade de área representativa e na quantidade de fontes de perigo	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil visualização e interpretação do produto cartográfico ao mostrar a gradação do risco pela associação com intensidade da cor; - Abrange a quantidade e diversas fontes de perigo. 	<ul style="list-style-type: none"> - não considera as diferenças entre as fontes de perigo; - não considera a distância da fonte de perigo; - o risco é relativizado às unidades de análise pré-existentes.
2 - Abordagem das consequências com foco nas fontes de perigo com distâncias de segurança oriundas de normativas ou textos acadêmicos	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil visualização e interpretação do produto cartográfico ao mostrar a fonte e a distância segura do perigo e a gradação do risco pela sobreposição das áreas expostas; - Associa a distância com o risco; - Especifica a distância de segurança com o tipo de fonte de perigo. 	<ul style="list-style-type: none"> - não há uniformidade da distância para a mesma fonte nas normativas e nos textos acadêmicos, dificultando a defesa e a manutenção da área exposta adotada; - pode resultar em excessivas áreas de exposição resultantes da diversidade de atividades e produtos envolvidos.
3 - Abordagem das consequências com foco nas fontes de perigo com distâncias de segurança oriundas do software ALOHA	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil visualização e interpretação do produto cartográfico ao mostrar os níveis de gravidade dentro da área de exposição; - Maior objetividade na construção da área de exposição; - Especificidade do efeito danoso do impacto do possível acidente com o tipo de substância química e a condição submetida; 	<ul style="list-style-type: none"> - pode resultar em excessivas áreas de exposição resultantes da diversidade de produtos químicos e condições de armazenamento e processos envolvidos; - especificação técnica do profissional envolvido no processo de avaliação;
4 - Abordagem das probabilidades resultantes da base de dados estatísticos dos eventos perigosos da cidade estudada e do software ALOHA	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza base de dados historicamente sistematizada; - Maior objetividade na construção da área de exposição e mais ajustada às condições físico-geográficas do lugar; - Muito mais especificidade do efeito danoso do impacto do possível acidente; 	<ul style="list-style-type: none"> - disponibilidade de dados históricos sistematizados; - maior dificuldade para a interpretação do produto cartográfico com a presença das isolinhas de probabilidades; - maior especificação técnica do profissional envolvido no processo de avaliação;

Fonte: elaborado pelos autores.

Dito isso, os profissionais que executarão os PMRR, a população, tomadores de decisão e demais envolvidos precisam acessar produtos que facilitem o entendimento do risco tecnológico considerado. Um produto cartográfico com hierarquização e distância da fonte de perigo demonstram ser um caminho para atingir essa necessidade. A objetividade nas metodologias é necessária e está associada com a maior especificação técnica do profissional envolvido na coleta e utilização de dados nas abordagens três e quatro (Quadros 3, 4 e 5). No entanto, estas características estão implícitas no uso da área de influência do empreendimento, visto que, esta é resultante de equipes multidisciplinares contratadas para elaborarem os documentos requeridos para o licenciamento, os quais, devem considerar no processo os impactos das operações da empresa em certa área. Neste contexto, no conjunto de atividades de um empreendimento na elaboração da sua área de influência, também estará implícito o conjunto de substâncias químicas e processos envolvidos. E, independentemente da metodologia adotada e especialidade de formação do profissional que a executará, a presença de dados históricos sistematizados apoiam positivamente qualquer processo de avaliação de risco.

No contexto desta síntese descritiva, um exemplo de sua aplicação na área urbana de Paranaguá é apresentado na figura 4. A sobreposição de seis áreas de influência direta (AID), vinculadas a regularização ou ampliação de tanques de armazenamento e um pier de granéis líquidos, de três empresas diferentes, na porção noroeste do município, constitui uma área de 1,52 km² em que todas coincidem. Ou seja, nesta área, considerando os pressupostos discutidos acima há maior exposição dos residentes e respectivos bens, aos processos perigosos vinculados às operações dessas empresas.

Figura 4 – Sobreposição das AID das empresas que transportam e armazenam líquidos inflamáveis na área urbana de Paranaguá.



Fonte: Google Earth pro (2025), AID do EIA-RIMA e/ou EIV-RIV das empresas que transportam e armazenam líquidos inflamáveis em Paranaguá.

Essas empresas encontram-se no interior do zoneamento do porto organizado e retroportuário (PARANAGUÁ, 2022), sendo seu uso permitido. Contudo, a presença de residências (Figura 5) nesta área de exposição pode configurar incompatibilidades e inconveniências entre usos (BRASIL, 2001), as quais podem se manifestar com a produção da baixa qualidade do ambiente e de vida desses moradores de bairros tradicionais do município, que são: Vila Rute, Vila Alboit, Serraria do Rocha, Rocio e parte do Vila Portuária.

Pesquisas relacionadas a essa temática foram realizadas no local. Tonetti, Schroder e Nucci (2015) evidenciaram núcleos residenciais envolvidos por usos com alto potencial de causar poluição. Na região portuária e retroportuária e suas vias de acesso, Gurgatz *et al.* (2017) monitorando a qualidade do ar, evidenciaram mais poluentes atmosféricos do que as áreas residenciais mais afastadas. Souza *et al.* (2020) chamaram atenção para resultados da quantificação de poluentes do ar, especificamente para partículas totais em suspensão, também no setor retroportuário do município.

Figura 5 – Uso residencial na área com maior exposição/sobreposição das AID das empresas que transportam e armazenam líquidos inflamáveis em Paranaguá.



Fonte: Google Earth pro (2025), AID do EIA-RIMA e/ou EIV-RIV das empresas que transportam e armazenam líquidos inflamáveis em Paranaguá.

Entretanto, apesar da emergente relevância dessa discussão, o foco deste trabalho é a aplicabilidade desse procedimento para incorporar a um processo metodológico que seja viável para a implementação da avaliação do risco tecnológico em diferentes municípios do Brasil. Neste sentido, a proposta, demonstra-se viável ao priorizar procedimentos mais tangíveis e aplicáveis, inclusão da objetividade, mesmo que implícita, na metodologia, associação dos impactos de possíveis desastres com uma tipologia de risco em determinada área de exposição e que possibilita a inclusão de dados históricos no processo. Apesar disso, existem outras barreiras que podem dificultar o desenvolvimento e implementação do PMRR nos municípios, como: interesses políticos locais, divergências políticas entre as esferas de governo, quadro técnico deficitário, excesso de demandas, ausência de dados sistematizados, dentre outras que precisam ser superadas para que desafios como esse sejam implementados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proximidade de usos industriais e portuários com o residencial, na área urbana do município de Paranaguá, destaca a urgência de estudos relacionados com o risco tecnológico, além dos limites privados das empresas percebidas como fontes de perigo pela população do entorno. É preciso considerar, nos instrumentos de gestão urbana,

distâncias de segurança para a prevenção e, informação e formação dessas comunidades para o contingenciamento das consequências de um eventual acidente.

No processo de elaboração do Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) a diversidade de fontes de perigo, substâncias e seus respectivos processos, foi uma questão relevante para desconsiderar a individualização dos empreendimentos na determinação de áreas habitacionais expostas a risco tecnológico. Outro ponto relevante foi a especificidade técnica que as metodologias de avaliação de risco exigem e precisam ser simplificadas, sem perda de confiabilidade para a construção de um procedimento que possa ser reproduzido por diversos profissionais nas prefeituras de diferentes partes do Brasil na elaboração dos planos de redução de risco, se for o caso.

Nesse sentido, o uso da área de influência do empreendimento apontado por Souza (2020), vinculada com a sobreposição delas, pode ser a alternativa para a delimitação de áreas expostas ao risco tecnológico no PMRR de Paranaguá e quiçá de um procedimento base que possa ser reproduzido em outros municípios com o devido amadurecimento metodológico. Neste caso, considerando que no contexto da elaboração da área de influência do projeto, uma das atividades técnicas dever ser a “[...] identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, [...] imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; [...]” do meio físico, biológico e socioeconômico, bem como suas interações (CONAMA, 1986, Art.6º, Inc. I e II). Isto, considerando que envolve os “prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade [...]” (opus cit., Art.9º, Inc.IV).

Em resumo, utilizando a área de influência do empreendimento e a sobreposição delas, pode-se chegar a um produto que não dependa de dados históricos sistematizados, das especificidades de cada substância e processos presentes na empresa e, que indica os locais com maior exposição a categorias de riscos tecnológicos, para a verificação *in loco* da adoção de medidas de redução de risco, prevenção e/ou contingenciamento. Além disso, tais levantamentos identificam áreas de tensões entre o empreendimento e seu entorno. Este, carece de informações e preparação para as potenciais crises, com o devido amparo aos mais vulneráveis, em um contexto de gestão que integra medidas de segurança contra acidentes graves, para além dos muros da empresa.

Assim, diante dos perigos de origem tecnológica, que podem ser diagnosticados a partir dos PMRRs, o planejamento do uso da terra, como ocorre na elaboração dos planos diretores municipais, é uma das camadas de segurança, no conceito multinível, como

discutido por Christou, Struckl e Biermann (2006). Além disso, tanto o PMRR quanto o Plano Diretor, que deve integrar as medidas propostas para a redução dos riscos, devem ser elaborados com a participação efetiva da sociedade, como recomendam Leite e Campagnone (2020) para a construção coletiva de diretrizes e políticas públicas que conduzam para a resiliência e sustentabilidade urbana.

Referências

BENCHERIF, H. The territory faced with technological risks in Algeria: case of the BLEVE phenomenon's effects related to the transport of hazardous materials.

Territorium, n. 31 (II), p. 101-110, 2024. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_31-2_7

BOSQUE SENDRA, J. *et al.* Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG, aplicación en la comunidad de Madrid. **Geofocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, n. 4, p. 44-78, 2004. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez109.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=all&id=W1555624039>. Acesso em: 10 dez. 2024.

BRASIL. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm . Acesso em: 04 maio 2025.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm . Acesso em: 04 maio 2025.

BRASIL. Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm . Acesso em: 04 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. SEDEC - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Manual de desastres humanos: de natureza tecnológica**. vol. I. 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec> . Acesso em: 20 dez. 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Periferia sem risco: guia para elaboração de planos municipais de redução de riscos**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/publicacoes/arquivos/arquivos/GuiaParaplanosMunicipaisdeReduoderiscosVFINAL.pdf> . Acesso em: 16 fev. 2024.

CAHEN, B. Implementation of new legislative measures on industrial risks prevention and control in urban areas. *Journal of Hazardous Materials*, v. 130, n. 3, p. 293-299, 2006.

CARMO, L. F. Z. do; ROCHA, G. C. Vulnerabilidade populacional a desastres tecnológicos na área urbana de Juiz de Fora-MG. **Geografia** (Londrina), v. 14, n. 1, p. 33-46, 2005. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6746> . Acesso em: 10 nov. 2024.

CHRISTOU, M. D.; PORTER, S. **Guidance on land use planning as required by council directive 96/82/EC (Seveso II)**, Report EUR 18695. 1999. Disponível em: <https://minerva.jrc.ec.europa.eu/EN/content/minerva/a0bf56b7-79a0-454e-a84a-02b6e0a2a990/lupguideseviipdf> . Acesso em: 07 jun. 2025.

CHRISTOU, M. D.; STRUCKL, M.; BIERMANN, T. Land use planning guidelines in the context of article 12 of the Seveso II directive 96/82/EC as amended by directive 105/2003/EC. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006. Disponível em: <https://minerva.jrc.ec.europa.eu/EN/content/minerva/3b0cfe29-cf09-4b74-b41e-4a64949e95ae/lupguideart12pdf> . Acesso em: 29 abr. 2025.

CONAMA. Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *In*: CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA**: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2012, 1126 p. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/images/conteudo/LivroConama.pdf> . Acesso em: 22 abr. 2025.

DAGNINO, R. de S.; CARPI JUNIOR, S.. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 2, 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/1026> . Acesso em: 17 dez. 2024.

GIL, A. C. *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GLATRON, S. A geographical method to assess technological hazards. The example of the storage and the distribution of fuel in the urban region of Ile-de-France. **Cybergeo**: European Journal of Geography, 2001. DOI: <https://doi.org/10.4000/cybergeo.996>

GOUVÊA DANTAS, P. M.; SILVA, E. L. P. da; TONETTI, E. L. Ameaças Tecnológicas na Zona de Interesse Portuária de Paranaguá-PR. **GUAJU** ; Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial e Sustentável, v. 6, p. 218-234, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/guaju.v6i2.76344>

GUDIÑO, M. E. El Ordenamiento Territorial como política de Estado. **Perspectiva Geográfica**, v. 20, n. 1, enero – junio, 2015, p. 11-36.

GURGATZ, Bruno Martins et al. Teloschistes flavicans (sw.) Norman como indicador de poluição atmosférica em Paranaguá-PR. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)**, n. 44, p. 27-39, 2017. DOI: [10.5327/Z2176-947820170105](https://doi.org/10.5327/Z2176-947820170105)

IBGE. Censo 2022: informações de população e domicílio. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39525-censo-2022-informacoes-de-populacao-e-domicilios-por-setores-censitarios-auxiliam-gestao-publica> . Acesso em: 16 fev.2025.

IBGE. Quadro geográfico de referências estatísticas. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/apps/quadrogeografico/#/home/> . Acesso em: 03 mar. 2025.

LEITE, C. H. , CAMPAGNONE, M. Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado para a sustentabilidade na Região Metropolitana de São Paulo. In Günther, W. M. R. & Philipi Junior, A. (Org.) **In: Planejamento urbano e políticas ambientais: métodos, instrumentos e experiências**. Faculdade de Saúde Pública da USP, 2020, p.16-38. DOI: <https://doi.org/10.11606/9786588304013>

LINAYO, A. Urban Technological Risk Characterization and Management: Towards a Better Understanding of Non-Natural Threats in Merida City, Venezuela. **Journal of Disaster Research**, v. 5, n. 5, p. 509-516, 2010. Disponível em: <https://www.fujipress.jp/jdr/dr/dsstr000500050509/> . Acesso em: 25 mar. 2025.

LOLIVE, J.; OKAMURA, C. Plano de preparação das comunidades expostas a risco tecnológico. **Territorium**, n. 29 (II), p. 141-151, 2022.

MACEDO, F. R.; SOUZA, M. L. Carta de riscos tecnológicos para auxílio no planejamento urbano e plano de contingência na cidade de Maringá/PR. **Formação** (Online), v. 27, n. 52, p. 233-254, 2020. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/7339> . Acesso em: 12 abr. 2025.

MASSIRIS, A. Ordenación del Territorio en América Latina. **Scripta Nova**, v. VI, n. 125, 1 de octubre de 2002.

OLIVEIRA, A.; BORGES, J. Análise da vulnerabilidade populacional aos riscos tecnológicos ambientais na área urbana da cidade de Manaus-AM. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 49, p. 283-304, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v49i0.59260>

Paranaguá. Lei complementar nº 296 de 7 de dezembro de 2022. Institui o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Paranaguá, e dá outras providências. 2022. Disponível em: <https://www.paranagua.pr.gov.br/conteudo/transparencia/plano-diretor> Acesso em: 12 dez. 2024.

PMRR-PARANAGUÁ. Plano Municipal de Redução de Riscos - Paranaguá. **Relatório Técnico 01**: plano de trabalho. Curitiba: Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2024a, julho. Disponível em: <https://ufprbr0.sharepoint.com/sites/IntraLAGEAMB>. Acesso em: 12 dez. 2024.

PMRR-PARANAGUÁ. Plano Municipal de Redução de Riscos - Paranaguá. Relatório Técnico 02: oficinas técnica e comunitária volume 2. Curitiba: Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2024b, dezembro. Disponível em: <https://ufprbr0.sharepoint.com/sites/IntraLAGEAMB> . Acesso em: 22 dez. 2024.

SÁNCHEZ, É. Y. *et al.* Risk analysis of technological hazards: Simulation of scenarios and application of a local vulnerability index. **Journal of hazardous materials**, v. 352, p. 101-110, 2018. Disponível em: [https://www.sciencedirect-com.ez109.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0304389418301869?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com.ez109.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0304389418301869?via%3Dihub) . Acesso em: 13 jan. 2025.

Souza, F. F. C.; Tagliatela, E. V.; Gurgatz, B. M., Huergo, L. F.; Reis, R. A. Análise de NO₂, NH₃ e PTS na Atmosfera de Paranaguá-PR. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v., n.1, 212-229, 2020. DOI: [10.21664/2238-8869.2020v9i1.p212-229](https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p212-229)

SOUZA, K. R. G. Risco tecnológico como vetor de desenvolvimento do risco ambiental. *In: LOURENÇO, L.; LIMA, H. R. (Org.) Resiliência ao Risco*. Coimbra: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2020, p.53-90. Disponível em: <https://www.riscos.pt/publicacoes/sec/volume-8/> . Acesso em: 10 fev. 2025.

TONETTI, E. L.; SCHRODER, P. H. ; NUCCI, J. C. . RISCO DE EXPLOSÃO: MISTURA DE USOS INCOMPATÍVEIS NA ÁREA URBANA DE PARANAGUÁ-PR. *In: Thales Alexandre Rosin; Thiago Augusto Rosin. (Org.). Riscos e vulnerabilidades ambientais*. 1ªed.Tupã: ANAP, 2015, v. único, p. 119-137. Disponível em: <https://www.editoraanap.org/2015?lightbox=dataItem-k8dhkpm414> Acesso em: 14 ago. 2025.

TORRISI, D.; DE PAULA, Eduardo Vedor; WROBLEWSKY, Carlos Augusto. Avaliação de ameaças tecnológicas na cidade de Paranaguá/PR, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 41, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17271/2318847242520161332>

UNISDRR. **Sustainable Development: Risk Reduction**. Report of the Open-Ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology Relating to Disaster Risk Reduction, United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction. 2017. Disponível em: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/50683_oiewgreportenglish.pdf . Acesso em: 10 dez. 2024.

ZHOU, Y.; LIU, M. Risk assessment of major hazards and its application in urban planning: A case study. *Risk Analysis: An International Journal*, v. 32, n. 3, p. 566-577, 2012. DOI: <https://doi-org.ez109.periodicos.capes.gov.br/10.1111/j.1539-6924.2011.01670.x>