

CARTA DE RISCOS TECNOLÓGICOS PARA AUXÍLIO NO PLANEJAMENTO URBANO E PLANOS DE CONTINGÊNCIA NA CIDADE DE MARINGÁ/PR

MACEDO, Felipe Rodrigues¹
SOUZA, Marta Luzia de²

Recebido (Received): 25-02-2020 Aceito (Accepted): 29-06-2020

Como citar este artigo: 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.

Resumo

Na Agenda 2030, elaborada pela Organização das Nações Unidas (ONU), o Objetivo 11 trata sobre as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. Uma das metas do objetivo é a redução do risco de desastres. Assim, a carta de riscos tecnológicos é uma ferramenta importante para o planejamento do território visando ações de prevenção, mitigação e resposta a fim de reduzir ou até evitar os desastres. Neste contexto esta pesquisa teve por objetivo realizar o mapeamento de riscos tecnológicos na cidade de Maringá, Paraná. Para isso foram utilizados, principalmente, dados secundários, a pesquisa foi desenvolvida em três etapas (I Pré-geoprocessamento; II Geoprocessamento e III Pós-geoprocessamento). A etapa I reuniu os dados existentes, na II foi a de análises dos dados obtidos e a elaboração dos documentos cartográficos e a III foi a de verificação com a realidade local. Foram utilizados dados de atividades químicas/industriais, nucleares e radiológicas e, empreendimentos de transporte. Os resultados mostraram que o mapeamento permitiu a verificação de áreas de maior risco tecnológico da cidade, sendo no setor industrial, próximo às rodovias, à ferrovia e ao aeroporto, mas, também, no centro da cidade, devido ao túnel da linha férrea. A carta de riscos tecnológicos poderá auxiliar no planejamento urbano e nos planos de contingência de acordo com as normativas internacionais e nacionais em vigência, buscando a prevenção e a mitigação de desastres tecnológicos.

Palavras-chave: Cidades resilientes, Desastres, Planejamento territorial

TECHNOLOGICAL RISK CHARTER FOR URBAN PLANNING AID AND CONTINGENCY PLANNING IN MARINGÁ/PR

Abstract

In the 2030 Agenda, drawn up by the United Nations (UN), which Objective 11 addresses inclusive, safe, resilient and sustainable cities. One goal is disaster risk reduction. Thus, the charter of technological risks is an important tool for planning the territory, aimed at preventive actions, mitigation and responses to reduce or even avoid disasters. In this context this research aimed at technological risk mapping in the city of Maringá, Paraná. This has been done mainly by secondary data, in which the research was developed in three steps (I - Pre-geoprocessing; II - Geo-processing, and III - Post-geoprocessing). Stage I for gathering existing data; Stage II for analysis of data obtained and drafting of cartographic documents, and Stage III for local reality check. We have also employed data from chemical / industrial, nuclear and radiological activities and, transport enterprises. Results have shown that mapmaking has enabled the verification of areas of greatest technological risk in the city, being in industry, near roads, railways and airports, but also in the centre of town, due to the rail tunnel. The technological risk chart can aid urban planning and in contingency plans pursuant to current international and national regulations, striving for prevention and mitigation of technological disasters.

Keywords: Resilient cities, Disasters, Land planning

¹ Doutor em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá. Email: felipermacedo@outlook.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3644-8547>.

² Prof.^a Dr.^a do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá. Email: mlsouza@uem.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1786-9119>.

CARTE DE RISQUES TECHNOLOGIQUES POUR AIDER DANS LA PLANIFICATION URBAINE ET AUX PLANS DE CONTINGENCE DANS LA VILLE DE MARINGÁ/PR

Résumé

Dans le Programme 2030, préparé par l'Organisation des Nations Unies (ONU), l'objectif 11 traite des villes inclusives, sûres, résilientes et durables. L'un des buts cet objectif est la réduction des risques de catastrophes. Ainsi, la carte des risques technologiques est un outil important pour la planification du territoire, visant à des actions de prévention, d'atténuation et de réponse, afin de réduire voire d'éviter les catastrophes. Dans ce contexte, cette recherche avait pour but d'effectuer une cartographie des risques technologiques dans la ville de Maringá, Paraná. Pour cela, nous avons notamment utilisé des données secondaires, la recherche ayant été développée en trois étapes (I Pré-géotraitement; II Géotraitement et III Post-géotraitement). L'étape I a rassemblé les données existantes. L'étape II a consisté dans l'analyse des données obtenues et l'élaboration des documents cartographiques. Enfin, la troisième étape a permis de vérifier les résultats par rapport à la réalité locale. Des données des activités chimiques/industrielles, nucléaires et radiologiques et des projets de transport ont été utilisées. Les résultats montrent que la cartographie a permis la vérification des zones à plus haut risque technologique en ville, qui se trouvent en l'occurrence dans le secteur industriel, à proximité des autoroutes, du chemin de fer et de l'aéroport, mais aussi dans le centre-ville, en raison du tunnel ferroviaire. La carte des risques technologiques peut aider dans la planification urbaine et aux plans de contingence, conformément aux réglementations internationales et nationales en vigueur, visant à prévenir et à atténuer les catastrophes technologiques.

Mots-clés: Villes résilientes, catastrophes, planification du territoire.

1 Introdução

Durante a década de 1990 as pesquisas sobre desastres naturais foram ampliadas em vários países, incluindo o Brasil devido ao programa *International Decade for Natural Disaster Reduction* (IDNDR), da UNISDR (*United Nations International Strategy for Disaster Reduction*)/ONU (Organização das Nações Unidas). Com o passar dos anos, percebeu-se que os desastres tecnológicos também eram importantes para serem analisados. Isso ocorreu, principalmente, após a campanha internacional realizada pela ONU, chamada *Construindo Cidades Resilientes*, realizada em 2010.

Uma cidade resiliente diante a ocorrências de desastres é aquela em que existe uma gestão dos riscos, está atualizada sobre os perigos, possui um planejamento urbano com base em informações atualizadas dos riscos, identifica, protege e monitora ecossistemas ao redor da cidade, dentre outras ações (UNISDR, 2017).

Prever, planejar e reduzir o risco de desastres é fundamental, buscando uma forma mais eficaz de proteger as pessoas, comunidades e países, seus meios de vida, saúde, patrimônio cultural, fortalecendo, assim, sua resiliência (UNISDR, 2015). Assim, é importante realizar um levantamento dos riscos em uma determinada área.

Na Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (25-27 de setembro de 2015), os líderes de 193 países adotaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

(ODS). Os ODS são integrados, indivisíveis e mesclam, de forma equilibrada, as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental, além de serem considerados princípios universais, o que significa que se aplicam a todos os países. Nessa direção, governos locais e regionais desempenharam um papel importante ao influenciarem a definição dos ODS (ONU, 2016).

O Objetivo 11 dos ODS trata sobre “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. A meta 11.b apresenta que, até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas, a resiliência aos desastres; desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis (UN, 2015)

O Marco de Sendai firmado na Terceira Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres ocorrida em Sendai, Miyagi, Japão em março de 2015 e que vigorará até 2030, já trata de desastres, mas sem tanta distinção entre naturais ou tecnológicos (UNISDR, 2015).

Veyret (2015) define o risco como a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele (vulnerável) e o percebe como tal. Para a autora não existem riscos sem uma população ou indivíduo que o perceba que poderia sofrer com os seus efeitos, pois os riscos podem ser assumidos, recusados, estimados, avaliados e calculados.

Bosque Sendra *et al* (2004) definem o risco tecnológico como aquele que se refere à probabilidade de sofrer danos ou perdas econômicas, ambientais e humanas, como consequência do funcionamento deficiente ou por acidente de uma tecnologia aplicada em uma atividade humana. Para os autores, ainda que, ao mapear riscos tecnológicos, é feita uma distinção entre o impacto (inerente à operação normal de tecnologias) e riscos (probabilidade de acidentes, falhas ocorrem na operação dos mesmos). Neste último, geralmente, não há evidência empírica sobre os efeitos no território de eventos acidentais, que felizmente são muito raros, por isso, o pesquisador não tem informações que o auxilie a definir a área possivelmente afetada por um evento hipotético.

A cartografia de riscos é uma ferramenta de comunicação e ajuda na mobilização social. Para isso é preciso que o mapa seja adaptado ao público em questão e que sua leitura seja apropriada para fornecer as informações espaciais indispensáveis. Existe, entretanto, uma questão, quando um risco e sua cartografia são aceitos pela população, a ocorrência de um fato

prejudicial em uma zona mapeada como segura gera incompreensão por parte da população afetada, como se um contrato fosse quebrado (VEYRET e RICHEMOND, 2015).

O mapeamento dinâmico e o planejamento de contingência, com base nos dados e nos SIGs, podem ser um recurso inestimável para as autoridades competentes, além de apoiar o planejamento do uso do solo, bem como o reconhecimento de riscos e medidas apropriadas para elimina-los. (UNISDR, 2018).

Assim, uma carta de riscos tecnológicos é uma ferramenta importante para o planejamento do território visando ações de prevenção, mitigação e resposta a fim de reduzir ou até evitar os desastres de cunho tecnológico. Neste contexto, esta pesquisa teve por objetivo realizar o mapeamento de riscos tecnológicos na cidade de Maringá, Paraná, com o intuito de auxiliar os processos de planejamento urbano e os planos de contingência.

2 Material e métodos

A pesquisa desenvolvida foi classificada, segundo os critérios de Gerhardt e Córdova (2009), da seguinte maneira: quanto à abordagem — pesquisa quali-quantitativa; quanto à natureza — pesquisa aplicada; quanto aos objetivos — descritiva e explicativa; e quanto aos procedimentos — pesquisa de levantamento.

2.1 Material

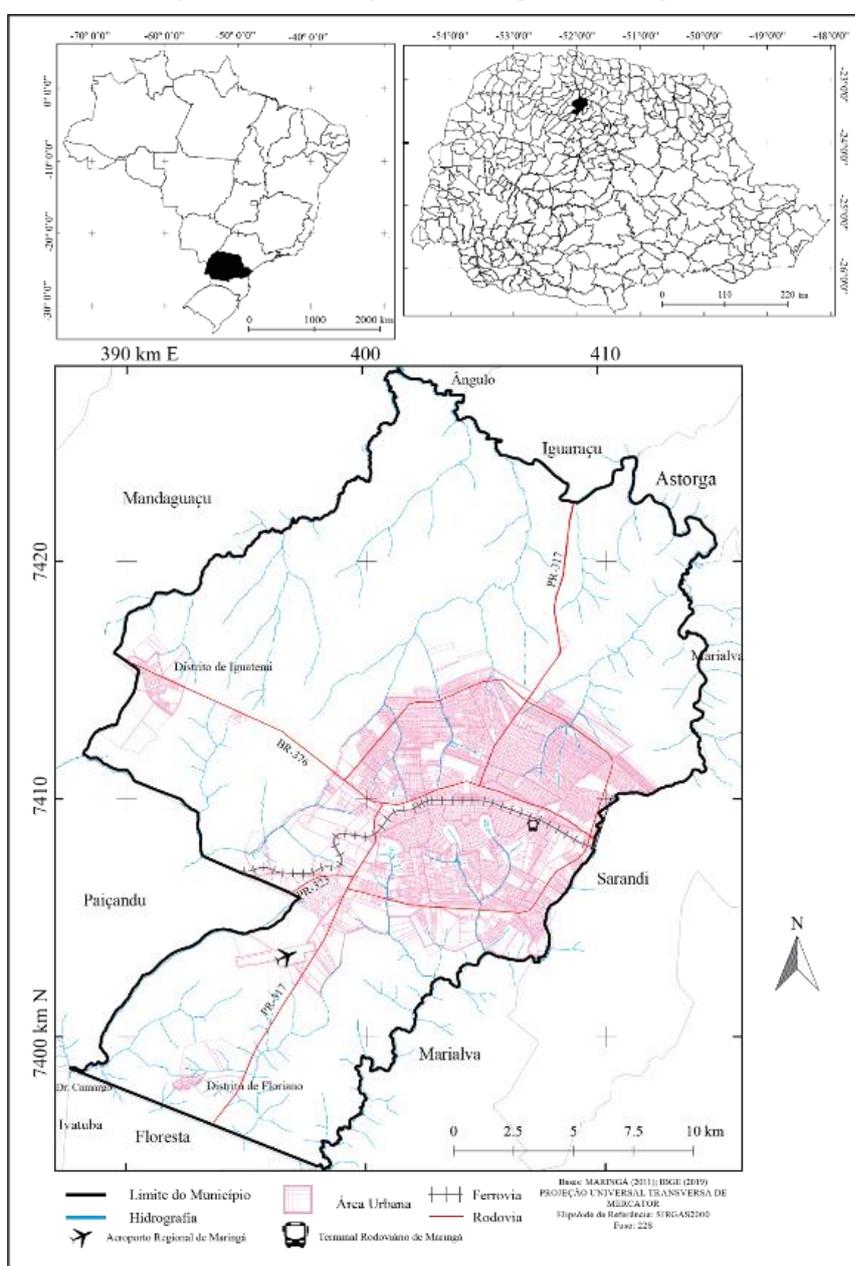
A área de estudo está inserida no município de Maringá que se localiza na região norte central paranaense, aproximadamente, entre as latitudes 23° 15' e 23° 34' S e longitudes 51° 50' e 52° 06' W, com altitude mínima de 350 m e máxima de 570 m. A distância entre o município e a capital do estado, Curitiba, é de, aproximadamente, 440 km via BR-376. O município possui divisas com os municípios, ao norte por Ângulo, Iguaraçu e Astorga; oeste por Mandaguaçu e Paiçandu; sul por Doutor Camargo, Ivatuba e Floresta e leste por Sarandi e Marialva. Além de agregar dois Distritos Administrativos, Iguatemi e Floriano (Figura 1).

A cidade de Maringá foi projetada por Jorge de Macedo Vieira na década de 1940, o qual privilegiou as condições topográficas locais, com ruas e calçadas largas, em forma radial e semi-radial, possibilitando o escoamento natural das águas pluviais (DALQUANO, 2005). Em 10 de maio de 1947, o Patrimônio de Maringá foi elevado à categoria de Distrito Administrativo, com território pertencente ao município de Mandaguari, posteriormente, em 14

de novembro de 1951, por meio da Lei Estadual nº 790, foi criado o município de Maringá, com território desmembrado do município de Mandaguari, sendo que a instalação oficial ocorreu no dia 14 de dezembro de 1952 (FERREIRA, 2006).

Maringá é a sede da Amusep – Associação dos Municípios do Setentrião Paranaense (GARCIA, 2006) e da Região Metropolitana de Maringá (PARANÁ, 1998). A população estimada do município foi de 417.010, em 2018 e, uma área territorial de 487,013 km² (IBGE, 2018).

Figura 1 – Localização do município de Maringá, PR



Na economia, o município destaca-se no setor agropecuário, a área para lavoura temporária, no ano de 2017, era de 23.803 há, predominando o cultivo de soja, milho e trigo. A maior parte da população economicamente ativa, 195.136 pessoas, atua no setor do comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas (45.520), indústrias de transformação (28.813), educação (13.727) e construção (13.074) (IBGE, 2017).

Das características básicas do meio físico e natural da área pesquisada foram identificadas as seguintes variáveis: rochas, solos, relevo, águas superficiais, clima e vegetação original. No substrato rochoso foram identificados a predominância no município de rochas basálticas, da Formação Serra Geral do Grupo São Bento e na região oeste do mesmo ocorre a transição das rochas basálticas, para rochas areníticas, da Formação Caiuá do Grupo Bauru (MINEROPAR, 2006).

As rochas basálticas dão origem aos solos de textura argilosa com boa permeabilidade, predominando no município os LATOSSOLOS VERMELHO Distroféricos e NITOSSOLOS VERMELHO Eutroféricos típicos (DALQUANO, 2005). As rochas areníticas originam solos de textura média-arenosa, e os mais comuns são o LATOSSOLOS VERMELHO Distrófico típico e o ARGISSOLOS VERMELHO DISTRÓFICO típico, encontrando-se também ARGISSOLOS VERMELHO Eutrófico abrupto (NÓBREGA *et al.*, 1992).

O município de Maringá encontra-se inserido no Planalto de Apucarana subdivisão do Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 2012). As declividades do município evidenciam um relevo suave ondulado, com vertentes longas e convexas predominantemente, bem como topos convexos e ligeiramente planos, drenados por cursos de primeira e segunda ordem de grandeza que obedecem a um padrão dendrítico a subdendrítico, vinculados a zonas de falhas e juntas de resfriamento dos basaltos, formando vales em “v” encaixados (BAGGIO, 2014).

A hidrografia da área se limita ao norte com o rio Pirapó afluente do rio Paranapanema, sendo que as sub-bacias principais são as dos ribeirões Atlântico, Maringá, Sarandí e, ainda, alguns córregos e ribeirões menores. Na parte sul os córregos e ribeirões pertencem a bacia hidrográfica do rio Ivaí, da qual as principais sub-bacias são Moscados, Borba Gato, Bandeirantes do sul, entre outras (QUEIROZ, 2003).

O município de Maringá tem sua localização geográfica na latitude do trópico de Capricórnio e conforme a classificação de Köppen (1948) o clima do município é do tipo Cfa subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses do verão sem estação seca definida e temperatura do mês mais quente superior a 22 °C e do mês mais frio inferior a 18 °C.

A vegetação original da área de estudo, de acordo com Roderjan et al (2002), era formada pela Floresta Estacional Semidecidual que foi fortemente degradada no processo de colonização da região. Essa floresta se caracteriza por ocorrer em unidades pedológicas diferentes entre solos arenosos a argilosos.

Os mapas e cartas foram elaborados a partir dos dados cartográficos das divisões administrativas do Brasil (IBGE, 2019) e das zonas urbanas do município de Maringá (MARINGÁ, 2011). As cartas temáticas foram elaboradas no software QGIS 3.6 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2018) e no ARCGIS (ESRI, 2017).

2.2 Métodos

Algumas referências deram suporte para a classificação dos riscos tecnológicos, sendo que, o principal trabalho foi da UNISDR (2018) um guia para riscos humanos e tecnológicos com base no Marco de Sendai, o qual tem como objetivo principal apresentar considerações claras e diretas que possam ser adotadas por profissionais que trabalham com a Redução de Risco de Desastre (RRD), em nível nacional e local. Outros trabalhos utilizados, como referências, no desenvolvimento metodológico foram de Bosque Sendra *et al.* (2004) que trata de áreas expostas à riscos tecnológicos na comunidade de Madri, Espanha, e de Carmo e Rocha (2005) que desenvolveram uma pesquisa sobre a vulnerabilidade populacional, frente aos desastres tecnológicos, na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

Esta pesquisa foi dividida em três etapas: Etapa I (Pré-geoprocessamento), Etapa II (Geoprocessamento) e Etapa III (Pós-geoprocessamento).

Etapa I (Pré-geoprocessamento): refere-se aos levantamentos de dados bibliográficos e cartográficos. Para a aplicação dos referenciais metodológicos foram selecionadas as ameaças tecnológicas correlacionadas com as atividades químicas/industriais; nucleares/radiológicas e de transporte. Os dados relacionados com as duas primeiras atividades foram obtidos de banco de dados na esfera federal, através do 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 Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Obtiveram-se, ainda, da esfera municipal, a Carta de Uso e Ocupação do Solo contida na Lei Municipal Complementar Nº. 888/2011 (MARINGÁ, 2011), que dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Município de Maringá. A carta foi atualizada em janeiro de 2017 e nela

são representadas as rodovias, ferrovias e o aeroporto regional do município, contemplando assim as ameaças tecnológicas de transporte. Já, os dados demográficos foram obtidos do Censo de 2010 (IBGE, 2011).

Outro documento, da esfera municipal, utilizado foi o Plano de Contingência do Município de Maringá elaborado pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC, 2015). No qual são elencados os empreendimentos de maior risco, áreas que pode aglomerar pessoas, dados sobre equipamentos que possam ser úteis em caso de desastres, como guindastes, retroescavadeiras, caminhões etc., leitos em hospitais e hotéis, escolas com quadra coberta, ginásios, etc.

Etapa II (Geoprocessamento): foram realizados o tratamento e processamento das informações. Os dados das atividades potencialmente poluidoras, são referentes ao mês de julho de 2018, foram filtrados, delimitando aquelas empresas que pagam a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA) e que não fazem o uso de recursos naturais. Diante dessas condições estabelecidas, foram identificadas 397 empresas, das quais, vinte e nove tiveram as coordenadas geográficas corrigidas por erros de localização (localização em parques, em outro município ou na coordenada central de Maringá), através do endereço da empresa que consta no site da Receita Federal.

Visando uma melhor apresentação das cartas temáticas elaboradas, decidiu-se limitá-las a malha urbana da cidade de Maringá, ou seja, foram desconsiderados os dados dos distritos, Iguatemi e Floriano, bem como, parte dos dados da zona rural. As áreas limítrofes da zona rural que já estão contempladas como áreas de expansão urbana foram mantidas nas cartas temáticas.

Cada conjunto de dados (atividades potencialmente poluidoras, atividades radiativas, rodovias, ferrovias e aeroporto), foram reunidos em uma única carta temática a de ameaças tecnológicas e foram criados *buffers* individuais no software *Arcgis*. O termo *buffer* pode ser entendido como um polígono que contorna um objeto ou ponto com uma distância fixa pré-determinada, assim esses arquivos são *shapefile*.

A determinação das distâncias, com exceção do aeroporto, foi baseada em outros estudos, como os de Bosque Sendra *et al* (2004) e Christou e Porter (1999). Os autores levantaram distâncias genéricas para as atividades com base na periculosidade e tamanho da atividade. Christou e Porter (1999) afirmam que existem vários fatores pré-determinados a serem considerados, como por exemplo, as condições locais do terreno, dos edifícios circundantes, das variáveis do meio físico, etc. Nesta pesquisa não se obteve dados suficientes e, em escala compatível, para a determinação de distâncias com bases nesses fatores pré-

determinados. Os dados não possuíam detalhamento do tipo de uso, do produto químico, da quantidade utilizada e/ou do porte da empresa.

Assim foram determinados *buffers*, com base em Bosque Sendra *et al* (2004). Dessa maneira, as atividades que possuem pequeno potencial de poluição, por grau de utilização, de acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), tiveram *buffers* de 100 até 300 metros, aquelas classificadas com médio potencial de poluição, de 100 até 500 metros e, aquelas classificadas com alto potencial de poluição, de 200 até 2000 metros.

Dessa forma, cada *buffer* necessitou ser classificado, de acordo com a sua área de abrangência, relacionada com a proximidade da atividade, ou seja, quanto mais próximo do empreendimento maior o valor indicando, assim, maior o perigo. Os Quadros 1, 2 e 3 mostram as classificações para as atividades potencialmente poluidoras.

Quadro 1 – Classificação dos *buffers* para as atividades de pequeno potencial de poluição

Distância (metros)	Classificação dos <i>buffers</i>
100	3
200	2
300	1

Fonte: organizado pelos autores.

Quadro 2 – Classificação dos *buffers* para as atividades de médio potencial de poluição

Distância (metros)	Classificação dos <i>buffers</i>
100	5
200	4
300	3
400	2
500	1

Fonte: organizado pelos autores.

Quadro 3 – Classificação dos *buffers* para as atividades de alto potencial de poluição

Distância (metros)	Classificação dos <i>buffers</i>
200	10
400	9
600	8
800	7
1000	6
1200	5
1400	4
1600	3
1800	2
2000	1

Fonte: organizado pelos autores.

Para a determinação dos *buffers* das atividades radiativas, foram adotados os referenciais de CNEN (2011) e ELETRONUCLEAR (2019). Considerando que as atividades radiativas de Maringá são atividades de medicina (tratamento por radioterapia ou exames clínicos) e de pesquisa, assim não utilizam fissão nuclear, como no caso de uma central nuclear e, no caso, excepcional, ocorrido em Goiânia, em 1987, os trabalhos de contenção impediram uma tragédia maior e a limpeza garantiu um nível de radiação compatível com o uso urbano, foi determinado, nesta pesquisa, uma distância de 500 metros das atividades radiativas (Quadro 4). O valor adotado foi suficiente para o mapeamento da área teste, Maringá, PR, mas poderá ser ajustado para outros locais.

Quadro 4 – Classificação dos *buffers* para as atividades radiativas

Distância (metros)	Classificação dos <i>buffers</i>
100	5
200	4
300	3
400	2
500	1

Fonte: elaborado pelos autores.

Para as ameaças de transporte, as rodovias e ferrovia, também utilizou-se de *buffers* genéricos de 500 metros, tendo em vista que o Brasil não possui uma delimitação fixa da faixa

de domínio público desses empreendimentos, apenas a faixa não-edificável de 15 metros (BRASIL, 1979). O Quadro 5 apresenta a classificação dos *buffers*.

Quadro 5 – Classificação dos *buffers* para as rodovias e ferrovias

Distância (metros)	Classificação dos <i>buffers</i>
100	5
200	4
300	3
400	2
500	1

Fonte: elaborado pelos autores.

Para o aeroporto regional de Maringá Silvio Name Jr, a Área de Segurança Aeroportuária (ASA) determinada pela Lei Federal nº 12.725/2012 (BRASIL, 2012) considera a ASA com um raio de 20 km do centro da maior pista do aeródromo. Assim, o Quadro 6 apresenta a distância dos *buffers* e a classificação para o aeroporto.

Quadro 6 – Classificação dos *buffers* para o aeroporto

Distância (quilômetros)	Classificação dos <i>buffers</i>	Distância (quilômetros)	Classificação dos <i>buffers</i>
1	20	11	10
2	19	12	9
3	18	13	8
4	17	14	7
5	16	15	6
6	15	16	5
7	14	17	4
8	13	18	3
9	12	19	2
10	11	20	1

Fonte: organizado pelos autores.

Para a adaptação da carta de uso e ocupação do solo realizada pela Prefeitura Municipal de Maringá a classificação dessa considerou o uso permitido (periculosidade) em cada zona estabelecida pela Lei Municipal Complementar nº. 888/2011 (MARINGÁ, 2011) para

hierarquizar o tipo de uso, conforme o Quadro 7:

Quadro 7 – Classificação do uso e ocupação do solo, Maringá - PR.

Uso e Ocupação	Classificação
Aeroporto e sistema retalhista de combustíveis	8
Zona exclusivamente industrial	7
Zona industrial compatível com área urbana	6
Zona comercial e residencial	5
Zona residencial e comercial	4
Zona Residencial permitida atividade individual de autônomos e profissionais liberais não incômoda, nociva ou perigosa concomitante à moradia.	3
Zona exclusivamente residencial	2
Zona Rural, Zona de proteção ambiental, áreas de preservação permanente	1

Fonte: organizado pelos autores. Adaptado de Maringá (2011).

Para a elaboração da carta de densidade demográfica, utilizou-se a divisão do município de Maringá por zonas fiscais, que pode agrupar mais de um bairro. Destaca-se que o ideal seria por bairros, para melhor análise da densidade demográfica, contudo os dados disponíveis pela Prefeitura do município estavam incompletos. Visto que, a densidade demográfica considera a população total dividida pela área da zona em km², essa também foi categorizada, conforme o quadro 8.

Quadro 8 – Classificação da densidade demográfica da área teste

Densidade demográfica (hab/km ²)	Classificação
8000-9000	9
7000-8000	8
6000-7000	7
5000-6000	6
4000-5000	5
3000-4000	4
2000-3000	3
1000-2000	2
0-1000	1

Fonte: elaborado pelos autores.

Todos os *shapefiles* classificados necessitaram da conversão para *raster*, sendo que, para

cada conjunto de dados foi gerado um *raster*. De posse dos nove arquivos *raster*, realizou-se o cálculo pela ferramenta *calculadora raster* no software QGIS, onde todos arquivos foram somados (atividade de pequeno + médio + alto potencial de poluição + atividades radiativas + rodovias + ferrovia + aeroporto + uso do solo + densidade demográfica) resultando na carta de riscos tecnológicos da cidade de Maringá.

A divisão das classes de risco se deu em três níveis, sendo o de baixo risco o menor valor obtido pela soma; o de médio risco, o valor intermediário e o de alto risco, o valor máximo da somatória das cartas. Assim, não existe uma delimitação fixa de cada classe (como, por exemplo, uma escada) e sim uma evolução contínua entre o nível mais baixo até o mais alto (como, por exemplo, uma rampa). As cores utilizadas foram do sistema semafórico, ou seja, verde, amarelo e vermelho que indicam, respectivamente, baixo, médio e alto risco.

Etapa III (Pós-geoprocessamento): verificou-se as zonas de riscos tecnológicos, comparando a carta com a realidade local por meio de imagens de satélite do Google Earth Pro (GOOGLE, 2017).

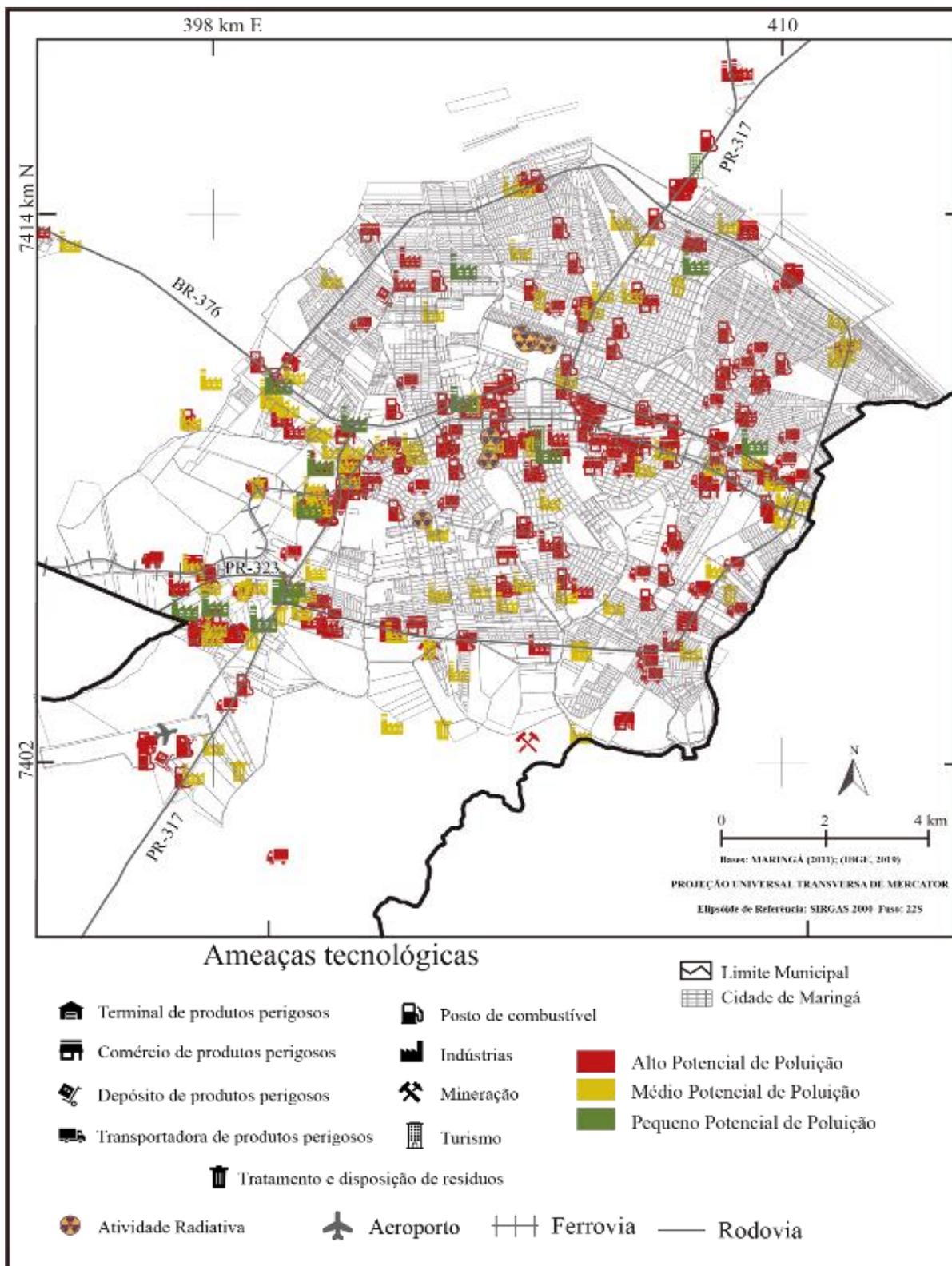
3 Resultados e discussão

A carta temática, com todas as ameaças tecnológicas é apresentada na Figura 2. Esta mostra a distribuição do comércio, depósitos, terminais e transportadoras de produtos perigosos, além da localização dos postos de combustíveis, atividades de mineração, indústrias, locais de tratamento e disposição de resíduos sendo classificados de acordo com seus respectivos potenciais de poluição (alto, médio e pequeno) originários da PNMA. A Figura 2, também, apresenta as atividades radiativas e a malha de infraestrutura mostra a localização das rodovias (PR-317, PR-323, BR,376), da ferrovia e do Aeroporto Regional de Maringá Silvio Name Jr, completando assim as ameaças químicas/industriais; nucleares/radiológicos e de transporte.

A Figura 3 apresenta a carta de riscos tecnológicos da cidade de Maringá, como o resultado final da soma pela álgebra de mapas entre as cartas com os *buffers* das ameaças tecnológicas (atividade de pequeno, médio e alto potencial de poluição; atividades radiativas; rodovias; ferrovia e aeroporto), com o uso e ocupação do solo e com a densidade demográfica, totalizando nove cartas. É possível inferir, ao observar a carta, que o risco ficou mais evidente em algumas áreas da cidade, principalmente no setor industrial nas Zonas Fiscais 19, 41, 45 e

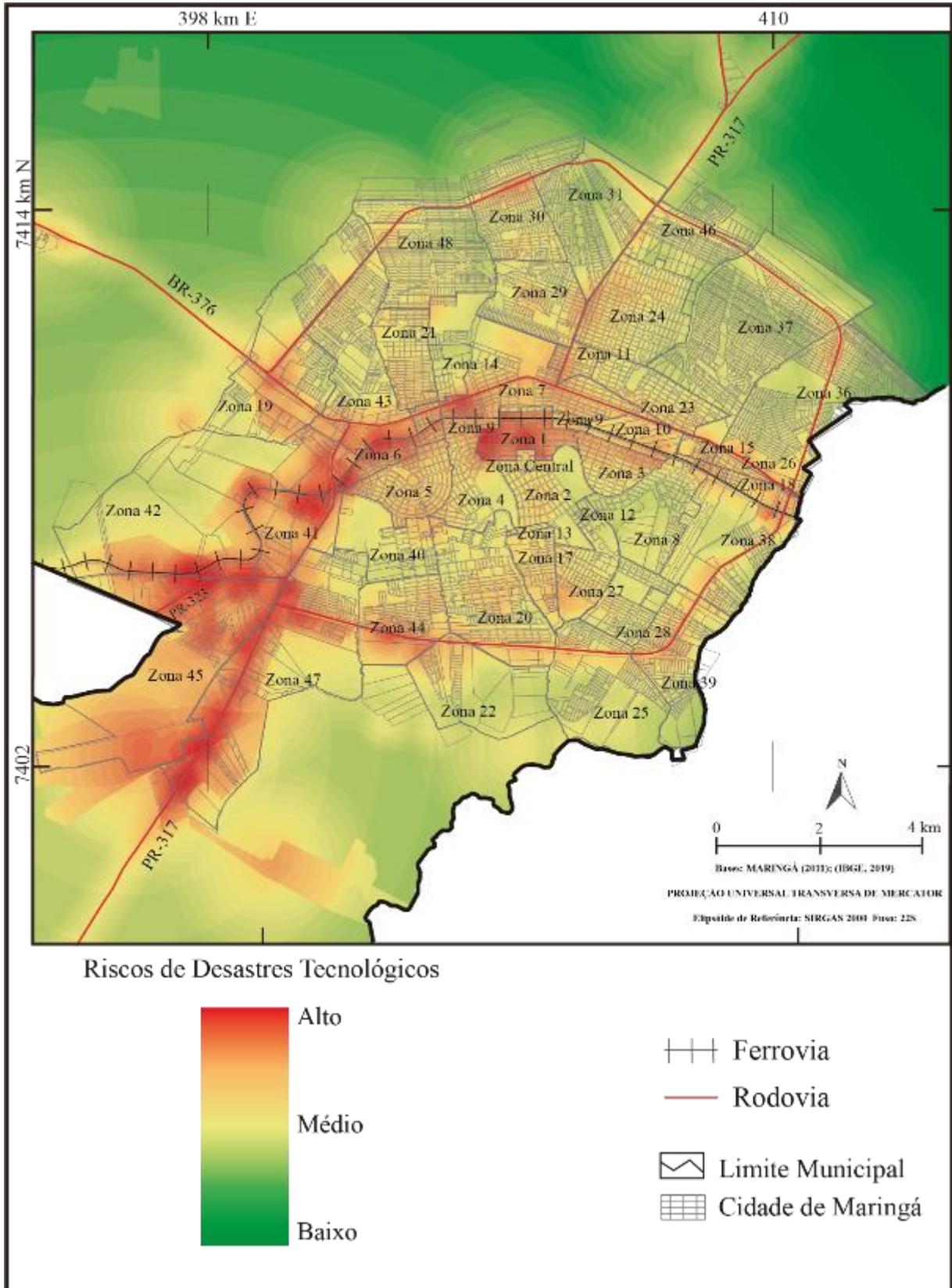
47 e nas Zonas fiscais 6 e 1. Nas primeiras seria previsível devido as atividades desenvolvidas na área de uso industrial do município e, conseqüentemente, possui o maior risco tecnológico.

Figura 2 – Ameaças tecnológicas na cidade de Maringá, PR, 2018



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 3 – Riscos tecnológicos de Maringá, PR, 2018



Um exemplo, ocorrido na área, foi no dia 17 de setembro de 2019 um barracão de uma empresa de correias, localizado na PR-317 na Zona 47, foi destruído por um incêndio. O Corpo de Bombeiros necessitou da ajuda da Defesa Civil e do Plano de Auxílio Mútuo (PAM), que é formado por empresas da região que disponibilizaram caminhões-pipa e brigadistas. Não houve feridos (MARINGÁPOST, 2019).

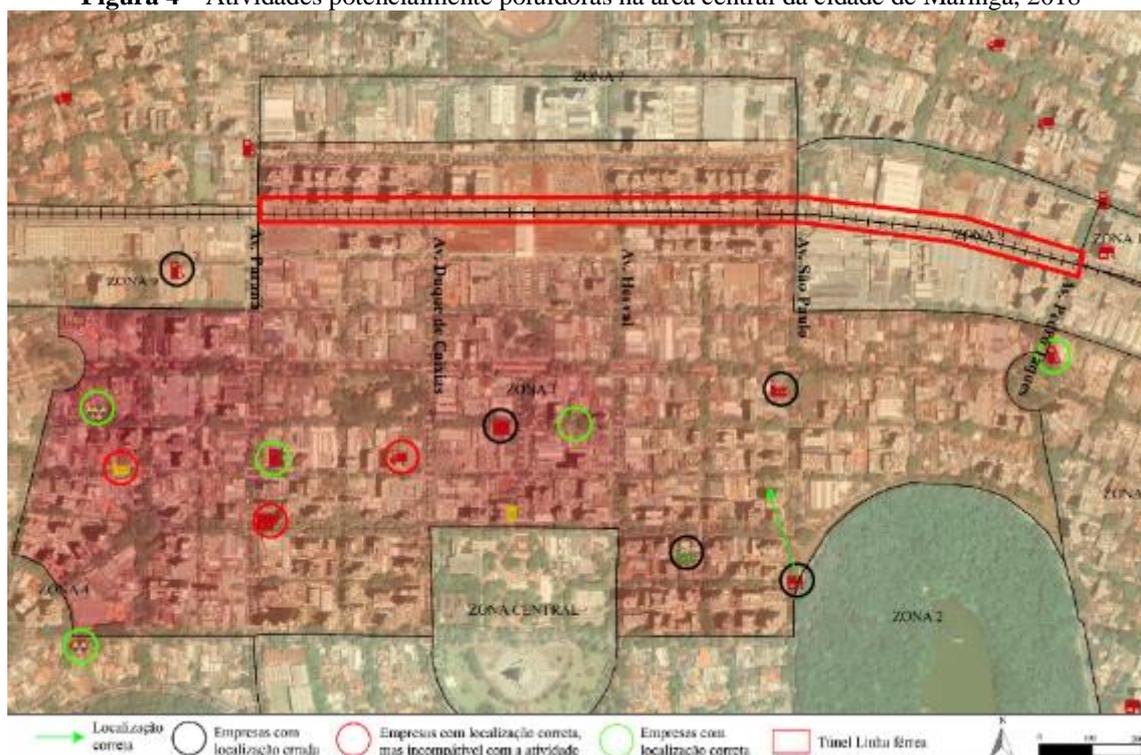
A Zona 6 possui uma característica histórica, por ser, na época do projeto original de Maringá, uma área mais afastada do centro da cidade. Atualmente o uso regulamentado da Zona 6 não permite a utilização industrial, contudo ainda existem algumas indústrias na área elevando-se, assim, o risco tecnológico. A Zona 1, na região central, possui a maior densidade demográfica, com aproximadamente 8015 hab/km² (IBGE, 2011). Essa zona concentra atividades comerciais típicas da sede de uma região metropolitana, ou seja, lojas de vestuário, hipermercados, shopping centers, agências bancárias, terminal de ônibus, etc. Foram identificadas nessa zona, algumas atividades potencialmente poluidoras com base nos dados do CTF/APP do IBAMA e com averiguação da imagem de satélite que auxiliou nas correções de geolocalização.

A Figura 4 mostra cinco atividades (círculo preto), que, na realidade, segundo o sistema da Receita Federal, não se localizam onde o CTF/APP indicou, ou seja, não se localizam na zona 1. Quatro delas são duas indústrias químicas, uma indústria de cimento e um posto de combustível, a outra atividade, um comércio de produtos perigosos, que tem sua localização correta cerca de 100 metros da posição indicada no CTF/APP (seta verde). As outras indústrias, (círculos vermelhos) na zona 1, possuem seus endereços corretos, segundo a Receita Federal em relação ao indicado pelo CTF/APP, porém, são atividades incompatíveis com o uso de comércio e serviços da zona 1, sendo essas indústrias: um frigorífico, um matadouro e uma indústria química (fabricação de sabões, detergentes e velas). Verificando essas empresas nos locais, foi possível perceber que pode se tratar do escritório sede da empresa, ou de representantes, e que a atividade, a qual eles possuem o licenciamento ambiental, não é naquele endereço. Já as outras atividades (círculo verde) possuem as localizações corretas, para a Receita Federal e, são compatíveis com o uso do solo da Zona 1.

A área central de Maringá possui o túnel da linha férrea (destacado em vermelho na Figura 4), classificado pelo Plano de Contingência de Maringá (COMPDEC, 2015), como a maior ameaça do município, isso porque existe a possibilidade do transporte de combustíveis e/ou outros produtos inflamáveis. O Diário (2007) noticiou que o comandante do corpo de bombeiros de Maringá pedia a retirada dos vagões com combustíveis que transitavam pelo centro da área

urbana, cerca de 15 composições com 60 mil litros de combustível cada, passavam diariamente pelo túnel. À vista disso, o MaringáPost (2017), no ano de 2017, informou que peritos avaliaram o túnel a pedido da Justiça Federal para verificar a possibilidade do uso compartilhado da linha entre trens de carga e passageiros, concluindo que isso não era possível essa utilização, devido ao risco de acidentes e risco de explosão, que não foi descartado.

Figura 4 – Atividades potencialmente poluidoras na área central da cidade de Maringá, 2018



Fonte: Google Earth Pro (GOOGLE, 2017). Adaptado pelos autores.

O Maringá Post (2018) noticiou que em setembro de 2018, a Justiça Federal condenou a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), o IBAMA, a Prefeitura Municipal de Maringá, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Rumo Malha Sul S.A. e a União, para arcarem com as obras de segurança no túnel. Na sentença o juiz determinou que fossem feitas as obras de segurança, recomendadas pelo Corpo de Bombeiros dentro do túnel e nas imediações. Proibiu o transporte de cargas perigosas e o uso compartilhado de trens de passageiros e de cargas, além da limpeza e contenção de erosão ao longo da linha férrea, contudo a decisão cabia recurso (BRASIL, 2014).

Esta pesquisa corrobora com a UNISDR (2018), pois os dados, principalmente, os georreferenciados, mostraram que o mapeamento de riscos tecnológicos pode auxiliar nas ações de prevenção e mitigação, aqui relacionados às atividades potencialmente poluidoras, com ênfase, aquelas que podem causar desastre crônico, por exemplo a contaminação de solo ou em

corpos de água, mas, é capaz, também, de auxiliar na identificação de atividades com risco de desastre súbito, como, por exemplo, incêndios, explosões, etc. Dessa maneira, o estudo efetivado e apresentado aqui, serve de apoio ao planejamento de uso do solo urbano, auxiliando as autoridades, empresas e população em geral, ao apontar os locais com riscos (baixo, médio e alto) químicos/industriais, nucleares e radiológicos e empreendimentos de transporte na cidade de Maringá.

Entretanto, esta pesquisa não foi capaz de mapear consumidores dos produtos das atividades potencialmente poluidoras, por exemplo quem compra agrotóxicos, tintas ou combustíveis, assim o mapeamento realizado pode, no máximo, apontar quem os fabrica e quem os vende. No entanto, como foi descrito, os dados do CTF/APP do IBAMA podem possuir erros na localização das atividades potencialmente poluidoras causando erros no mapeamento. Deste modo, os dados das atividades potencialmente poluidoras obtidos de órgãos estaduais ou municipais, poderiam agregar mais detalhamento no número de atividades, correção de erros e, conseqüentemente, melhorar o mapa de riscos.

Uma das informações importantes ao se investir em resiliência é a necessidade de dados precisos sobre quais ações são mais eficazes na mitigação de eventos de riscos tecnológicos, para que os recursos financeiros, humanos, entre outros, possam ser adequadamente direcionados. Da mesma maneira, os dados geoespaciais e estatísticos, também, são indispensáveis para melhorar as medidas de prontidão e resposta às emergências, não apenas no que se refere à localização dos potenciais riscos tecnológicos, mas também em planos viáveis para lidar com os mesmos (UNISDR, 2018). Portanto, esta pesquisa, por mapear locais com maior risco tecnológico, com o uso dos bancos de dados já disponíveis pelos órgãos públicos, facilita a geração de dados através do SIG e poderá auxiliar na direção das medidas de prevenção e mitigação o que otimiza o uso de recursos, fazendo a atuação das autoridades mais eficaz, além de auxiliar as empresas na sua própria governança, cumprindo as leis, respeitando o ambiente e amparando a sociedade local, sendo isso um dos pilares do desenvolvimento sustentável.

4 Considerações finais

Os riscos tecnológicos estão se tornando, cada dia mais, um problema real a ser enfrentado nas sociedades, e diante disso, o planejamento urbano brasileiro precisará enfrentar essa realidade, junto com os riscos naturais.

Os resultados mostraram que o mapa de riscos elaborado, identificou que a zona de uso industrial da cidade possui o maior risco tecnológico, devido ali estar concentrado o maior número de atividades potencialmente poluidoras e o uso do solo permitir essas atividades na área. Além disso, ao longo das rodovias, da ferrovia e nas proximidades do aeroporto ocorrem as maiores concentrações de atividades potencialmente poluidoras o que está relacionado com a distribuição de produtos.

A zona fiscal 1, região central do município, possui uma ameaça importante, o túnel da linha férrea e a possibilidade de tráfego de produtos perigosos, o que eleva a preocupação, devido à alta densidade demográfica e os transeuntes. Diante disso, o Poder Público deveria acionar os órgãos responsáveis para executar as obras já recomendadas pelo Corpo de Bombeiros objetivando diminuir o risco atual, de intolerável, para o tolerável e aceitável, afinal, dado o tráfego de trens se mantido na área central sempre existirá algum tipo de risco tecnológico.

Dessa maneira, a partir deste estudo, recomenda-se ao município de Maringá tomar medidas adotadas pela UNISDR do documento *Implementation Guide for Man-made and Technological Hazards*, documento este que trata de risco tecnológico sob a ótica do Marco de Sendai e do programa *Construindo Cidades Resilientes*. Evidentemente, essas medidas precisam ser adaptadas para a realidade local para uma melhor gestão do território, a fim de melhorar a coordenação na gestão dos riscos incluindo a percepção da população sobre as ameaças e quais as ações necessárias para evitar ou responder a um desastre. Elaborar um plano financeiro e uma cultura de ajuda mútua entre os órgãos públicos nas esferas nacional, estadual e municipal além da participação da sociedade civil, universidades e outras instituições e, garantir uma estratégia de resposta e reconstrução melhor em caso de desastres.

Por fim, o mapeamento de risco tecnológico se mostrou uma ferramenta importante no planejamento urbano, buscando atingir as metas do Objetivo 11 dos ODS. Na construção de uma cidade inclusiva, segura, resiliente e sustentável, que garanta o acesso de todos à habitação em áreas seguras, elevando a capacidade do planejamento e gestão urbana participativa, que diminua significativamente o número de possíveis mortes e de pessoas afetadas por catástrofes, que reduza o impacto ambiental negativo e que proporcione o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes. Assim, se dará mais um passo no desenvolvimento de uma cidade sustentável.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

BOSQUE SENDRA, J. et al. Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG. Aplicación en la Comunidad de Madrid. **Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, n. 4, p. 44-78, 2004.

BRASIL. **Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Brasília: 1979.

_____. **Lei nº 12.725, de 16 de outubro de 2012**. Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. Brasília: 2012.

_____. Tribunal Regional Federal (4ª Região), Sentença. **Ação Cível Pública nº 5011382-05.2014.4.04.7003**. Maringá: 2014.

CARMO, L. F. Z. D.; ROCHA, G. C. Vulnerabilidade populacional a desastres tecnológicos na área urbana de Juiz de Fora-MG. **GEOGRAFIA Revista do Departamento de Geociências**, Londrina, v. 14, n. 1, p. 33-45, 2005.

CHRISTOU, M. D.; PORTER, S. **Guidance on Land Use planning as required by council directive 96/82/EC (Seveso II)**. Luxembourg: European Communities, 1999.

CNEN. **Quadro de doses de radiação**. Place Publishe: 2011. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/noticias/documentos/quadro-radiacao.pdf>. Acesso em: 24 de jun. de 2019.

COMPDEC. **Plano de Contingência: Maringá**. Maringá: Defesa Civil, 2015.

DALQUANO, S. T. **Paisagem e fragilidade ambiental na bacia do ribeirão Borba Gato Maringá - PR**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, 2005.

ELETRONUCLEAR. **Plano de emergência** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/Seguranca/Paginas/Plano-de-Emergencia.aspx>. Acesso em: 24 de jun. de 2019.

ESRI. **ArcGIS**. Version 10.5. Place Publishe: ESRI, 2017.

FERREIRA, J. C. V. **Municípios paranaenses: origens e significados de seus nomes**. Curitiba: Secretaria de Estado da Cultura, 2006.

GARCIA, J. C. **Maringá verde? o desafio ambiental da gestão das cidades** Maringá: Eduem, 2006.

GERHARDT, T. E.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. *In*: GERHARDT, T. E. e SILVEIRA, D. T. (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 31-43.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. Versão 7.1.8.3036. Place Publishe: Google, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Censo Demográfico 2010** Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 de jun. de 2017.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA** Brasília, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>. Acesso em: 15 de jan. de 2017.

_____. **IBGE cidades: Maringá**, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/maringa/panorama>. Acesso em: 20 de jun. de 2019.

_____. **Portal de mapas**, 2019. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 20 de jun. de 2019.

ITCG. Instituto de Terras, Cartografias e Geociências **Dados geoespaciais de Referência**, 2013. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8#>. Acesso em: 05 de ago. de 2015.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la Tierra**. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948.

MARINGÁ. **Lei complementar nº. 888/2011**. Substitui a Lei Complementar nº 331/99, que dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Município de Maringá e dá outras providências. Brasília: 2011.

MARINGÁPOST. **Peritos colocam em xeque o transporte ferroviário de passageiros em Maringá; risco de explosão não é descartado**, 2017. Disponível em: <https://maringapost.com.br/cidade/2017/11/01/peritos-colocam-em-xeque-o-transporte-ferroviario-de-passageiros-em-maringa-risco-de-explosao-nao-e-descartado/>. Acesso em: 10 de out. de 2018.

_____. **Juiz federal isenta Rumo/ALL e condena Prefeitura de Maringá, DNIT e União a fazer obras de segurança nos túneis ferroviários de Maringá. Preocupação maior é com o Novo Centro. Transporte de passageiros é proibido**, 2018. Disponível em: <https://maringapost.com.br/poder/2018/09/13/juiz-federal-isenta-rumoall-e-condena-prefeitura-de-maringa-dnit-e-uniao-a-fazer-obras-de-seguranca-nos-tuneis-ferroviarios-de-maringa-preocupacao-maior-e-com-o-novo-centro-transporte-de-passageir/>. Acesso em: 10 de out. de 2018.

_____. **Incêndio destrói barracão de fábrica de correias em Maringá. Veja vídeos feitos pelo Corpo de Bombeiros**, 2019. Disponível em: https://maringapost.com.br/cidade/2019/09/17/incendio-destroi-barracao-de-fabrica-de-correias-em-maringa-veja-video-feito-pelo-corpo-de-bombeiros/?fbclid=IwAR3SSiCp309JHYK4j0nv0D63gIh3rYmc_mNa9LVgDir7h89TwLw2UpIae4c. Acesso em: 18 de set. de 2019.

MINEROPAR. Minerais do Paraná S/A **Mapa Geológico do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2006. 1 mapa, Escala 1:250000.

NÓBREGA, M. T.; GASPARETTO, N. V. L.; NAKASHIMA, P. Metodologia de cartografia geotécnica de Umuarama - Paraná. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 10, n. 1, p. 5-10, 1992.

ODIARIO. **Coronel quer inflamáveis fora do túnel**, 2007. Disponível em: <https://maringa.odiario.com/maringa/2007/10/coronel-quer-inflamaveis-fora-do-tunel/162156/>. Acesso em: 10 de out. de 2018.

ONU. **Roteiro para a localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Implementação e acompanhamento no nível subnacional**. Brasília: ONUBR, 2016.

PARANÁ. **Lei Complementar 83 de 17 de Julho de 1998**. Institui a Região Metropolitana de Maringá, constituída pelos Municípios que especifica. Curitiba: 1998.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS**. Versão 3.4.4. Place Publishe: QGIS, 2018.

QUEIROZ, D. R. E. **Atlas geoambiental de Maringá - da análise à síntese: a cartografia como subsídio ao planejamento de uso e ocupação do espaço**. Maringá: Clichetec, 2003.

RODERJAN, C. V. et al. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 78-118, 2002.

UN. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova Iorque: UN, 2015.

UNISDR. **Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030**. Geneva: UNISDR, 2015.

_____. **How To Make Cities More Resilient: A Handbook For Local Government Leaders**. Geneva: UN, 2017.

_____. **Words into action: man-made and technological hazards**. Geneva: UNISDR, 2018.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2015.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. D. Representação, gestão e expressão espacial do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2015. p. 47-62.