

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM DESENVOLVIMENTO RURAL
SUSTENTÁVEL – NÍVEL MESTRADO**

JULIANA BENTO DE OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO E VULNERABILIDADES DOS MANANCIAIS URBANOS E
RURAIS EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE COM PRODUTOS PERIGOSOS NA
BR - 277, PARANÁ**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON, PARANÁ, BRASIL
ABRIL, 2019**

JULIANA BENTO DE OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO E VULNERABILIDADES DOS MANANCIAIS
URBANOS E RURAIS EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE COM
PRODUTOS PERIGOSOS NA BR - 277, PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento Territorial, Meio Ambiente
e Sustentabilidade Rural.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Irene Carniatto de Oliveira.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON, PARANÁ, BRASIL

ABRIL, 2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Oliveira, Juliana Bento de

Caracterização e vulnerabilidades dos mananciais urbanos e rurais em relação ao transportes com produtos perigosos na BR - 277, PARANÁ / Juliana Bento de Oliveira; orientador(a), Irene Carniatto, 2019.

55 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2019.

1. Transporte de Produtos Perigosos. 2. Bacias Hidrográficas. 3. Gestão de Riscos. 4. Impactos Socioambientais. I. Carniatto, Irene . II. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

JULIANA BENTO DE OLIVEIRA

CARACTERIZAÇÃO E VULNERABILIDADE DOS MANANCIAIS URBANOS E RURAIS EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE COM PRODUTOS PERIGOSOS NA BRI-277, PARANÁ.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável, área de concentração Desenvolvimento Rural Sustentável, linha de pesquisa Desenvolvimento Territorial, Meio Ambiente e Sustentabilidade Rural, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a) - Irene Carniatto de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Luciano Lazzarini Wolff

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Yara Moretto

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Marechal Cândido Rondon, 2 de abril de 2019

Dedicatória

Àqueles que me ensinaram os valores da vida, os que me apoiam e motivam que doaram seu amor, e me ensinam a ter força, perseverança e, a ser gentil e sempre ter coragem e nunca desistir dos meus sonhos.

Dedico esse trabalho a minha mãe Izabel, meu pai Benizio e minha Avó Carmelita.

*Who cares if one more light goes out?
In a sky of a million stars
It flickers, flickers
Who cares when someone's time runs out?
If a moment is all we are
We're quicker, quicker
Who cares if one more light goes out?
Well I do*

(One More Light – Linkin Park)

*In memorial
Anselmo Bento de Figueiredo (1929-2012)
Chester Bennington (1976-2017)*

AGRADECIMENTOS

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada, caminhando e semeando, no fim terás o que colher.”

“Assim, não sei se a vida é curta ou longa demais para nós, mas sei que nada do que vivemos tem sentido, se não tocarmos o coração das pessoas.”

Cora Coralina

Agradeço a Deus por todas as oportunidades e pela força e coragem, de concluir mais um ciclo. À família que é a base de tudo, em especial minha mãe Izabel e meu pai Benizio, por tudo o que fazem por mim e por me incentivar sempre, minha avó Carmelita, tia Sandra e Madrinha Cleide por todo o apoio.

Agradeço a todas pesquisadoras que abriram o caminho, se hoje estou aqui é graça a elas, meu muito obrigada; e a todos que trabalham e prol da ciência e em busca de um mundo melhor.

Agradeço a Universidade Estadual do Oeste do Paraná e a Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, pela oportunidade de adquirir conhecimentos através de um ensino público de qualidade. Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável pela oportunidade.

Agradeço a minha orientadora Prof^a Dr^a Irene Carniatto pela oportunidade e permitir a realização da pesquisa, assim como seu apoio e sua confiança.

Agradeço a equipe nota 10, dos projetos e do Laboratório de Pesquisa em Bacias Hidrográficas e Educação Ambiental (LABHEA), pela ajuda e parceria nesses dois anos de trabalho, e em especial as pessoas que sempre me apoiaram e incentivaram Juliete e Ligia. Meu muito obrigada ao irmão e la hermana que a vida me deu Luis e Cathryne, gratidão pela oportunidade de ter os co-orientado e pelo o apoio e a parceira. Muito obrigada de coração: Mariah, Renata, Mayara, Heloísa, Letícia, Plínio, Patrick, Gabriela, Tuanny.

Agradeço ao Centro de Ensino, Pesquisa e Extensão em Proteção e Desastres CEPED-UNIOESTE pela oportunidade da pesquisa. À Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR pelo financiamento da bolsa e da pesquisa e ao apoio do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED/PR, da Rede Estadual de Pesquisa, Ensino, Extensão e Inovação Tecnológica voltada à Redução de Riscos de Desastres - REDESASTRE; à

Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Paranaguá da Universidade Estadual do Paraná - FUNESPAR.

Agradeço os parceiros do projeto, a Ecocataratas pelo fornecimento dos dados em especial ao Everaldo pela ajuda, a SANEPAR – Cascavel pela parceria e ajuda em especial a Eliandra, Ronaldo e Luizão o meu muito obrigado! E ao 4º Grupamento de Bombeiros.

Aos colegas do PPGDRS, Iza, Yogo, Kléber, Mara, Miron, Renata Brasileiro, Neiva, Marlowa. Em especial Ana que foi uma irmã que o programa me deu, muito obrigada pela parceria de todas as horas. À Vanessa pela parceria, pois foram meses dividindo caronas, cafés, sonhos e angústias, mas no final deu tudo certo.

As professoras/es e pesquisadoras/es que fizeram e fazem parte da minha vida acadêmica em especial a professora Ana Tereza por sempre me motivar e não ter deixado desistir, a professora Patrícia Zonetti pela motivação, a professora Yara e aos professores Celso e Luciano pelas contribuições no trabalho, a professora Myrian pela motivação.

Agradeço minhas amigas de longa data que sempre me motivaram Micelutti, Patrícia Steffen, Franciane, Iva, Fernanda. E em especial minha amiga da faculdade para vida que é minha inspiração com pesquisadora e principal motivadora, Marília, muito obrigada!

Agradeço também ao ser iluminado que conheci nessa caminhada muito obrigada pelo apoio e pelo incentivo, Soninha. Meu muito obrigado também à Laura que foi um anjo enviando na reta final para me motivar e não deixar desistir.

Agradeço a todos os amigos que fizeram parte dessa caminhada, Aline, Elisangela, Ricardo, Letícia Ramos, Linick, Fred, Gustavo, Patrícia Ramos, Paula, Zazula.

A todos os amigos e familiares que sempre me motivaram e torcem por mim, meus sinceros sentimentos de GRATIDÃO!

RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Juliana Bento. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. 2019. **Caracterização e Vulnerabilidades dos Mananciais urbanos e rurais em relação ao Transporte com Produtos Perigosos na BR 277 – Paraná.** Orientadora: Prof^a Dr^a Irene Carniatto.

O Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP) tornou-se motivo de grande preocupação, devido aos problemas socioambientais que podem acarretar em caso de acidente, assim podendo causar a contaminação do solo e da água, trazendo riscos à saúde das comunidades próximas e dos agentes que prestam serviços como: a defesa civil, bombeiros, agentes ambientais, da concessionária, assim afetando o ecossistema próximo. Neste estudo realizou-se um levantamento sobre o tráfego, classes e acidentes com o transporte de produtos perigosos no trecho da BR-277, do quilômetro (km) 493 a 603 (Guaraniaçu a Foz do Iguaçu), que intercepta três bacias hidrográficas importantes do estado do Paraná, bacia do Baixo Iguaçu, Piquiri e Paraná 3, elencando-se os impactos socioambientais que podem causar aos mananciais de abastecimentos localizados em áreas urbanas e rurais. Foram registrados do período de 2013 a 2017, 27.501 cargas perigosas que transitaram no trecho. As classes de produtos que mais transitaram foram líquidos inflamáveis, substâncias perigosas, gases e substâncias corrosivas. Foram registrados nove acidentes com produtos perigosos no trecho de estudo e, demonstraram cinco pontos críticos, ou seja, onde aconteceram mais acidentes gerais, sendo o km 584 e 586 (Cascavel) e os km 723, 725 e 726 (Foz do Iguaçu). Foi realizado também a caracterização e fragilidade ambiental dos municípios de Guaraniaçu e Cascavel, pois dos onze municípios que interceptam o trecho do estudo, de acordo com o mapeamento da hidrografia, esses dois municípios é os que possuem os mananciais de abastecimento mais próximos da BR-277. Para a caracterização ambiental dos municípios foi utilizados informações referente à hidrografia, viabilidade econômica, estimativa populacional, uso e ocupação do solo, clima, a partir do banco de dados da Agência Nacional da Água (ANA), Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), e das secretarias municipais de Desenvolvimento e Meio Ambiente de Cascavel e Guaraniaçu. A partir do software QGIS versão GRASS 7.4.1 foram elaborados os mapas de uso e ocupação de solo, declividade, hipsometria e classificação do solo. Foram utilizadas as imagens de satélite com dados da ANA, IBGE e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Para uso e ocupação do solo foram utilizados sensor *Operacional Terra Imager* (OLI), Cenas 223/77 e 223/78, bordo do satélite Landsat-8, resolução 30 metros, para cartas de hipsometria e declividade, baseou se em imagens do sensor SRTM (dados MNT), resolução 30 metros, e para a classificação do solo dados Embrapa (2007). A partir desses fatores a determino se a fragilidade ambiental a partir da metodologia proposta por Ross (1994), Santos et al. (2011), Massa e Ross (2012). Guaraniaçu possui 112.748 hectares destinadas às atividades agrícolas, 56% (64.018 ha) são destinadas a cultivo de pastagem, 42,9% da área do município apresentou uma declividade forte ondulada, referente à hipsometria apresentou elevações em torno de 800 a 1050 m próximo a rodovia, o tipo de solo é uma composição de Nitssolo Háplico e Cambissolo Háplico (baixa permeabilidade), a partir dessas características foi possível determinar uma fragilidade ambiental alta.

Cascavel apresentou que de 176.460 hectares destinadas a atividades agrícolas, 57% são destinadas a lavouras permanentes e temporárias, sua declividade foi classificada como 45,2% da área do município é ondulada, sua hipsometria áreas mais elevadas em 600 a 1050 m de altitude próxima a rodovia, e seu solo é classificado como Latossolo vermelho, Assim a fragilidade ambiental do município a partir dos fatores variou entre intermediária a alta. Referente ao tráfego de produtos perigosos no trecho se conclui que ambientalmente a área está fragilizada e em caso de acidente com produto perigoso, a contaminação dos corpos hídricos e solo será imediata. Portanto o estudo demonstrou a importância da realização do diagnóstico da área, e que esse é o primeiro passo para o auxílio na tomada de decisão da gestão pública, ressalta-se que as medidas preventivas e corretivas em regiões vulneráveis devem ser implantadas em conjunto com a gestão pública, privada e a comunidade.

Palavras-chaves: Bacias Hidrográficas; Gestão de Risco; Impactos Socioambientais.

GENERAL ABSTRACT

OLIVEIRA, Juliana Bento. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. 2019. **Characterisation and Vulnerabilities of urban and rural sources concerning Transportation with Dangerous Products in BR 277 - Paraná.** Advisor: Prof. Dr Irene Carniatto.

Hazardous Products Road Transport (TRPP) has become a major concern due to the social and environmental problems that can result in an accident, thus causing soil and water contamination, bringing risks to the health of nearby communities and agents which provide services such as: civil defense, firefighters, environmental agents, concessionaire, thus affecting the nearby ecosystem. In this study a survey was carried out on the traffic, classes and accidents involving the transport of dangerous products in the stretch of BR-277, from kilometer (km) 493 to 603 (Guaraniaçu to Foz do Iguaçu), which intercepts three important watersheds state of Paraná, Baixo Iguaçu, Piquiri and Paraná basin, 3 listing the socio-environmental impacts that can cause to sources of supplies located in urban and rural areas. There were registered from the period of 2013 to 2017, 27,501 dangerous cargoes that transited in the stretch. The most transported product classes were flammable liquids, hazardous substances, gases and corrosive substances. Nine accidents with hazardous products were registered in the study section and demonstrated five critical points, that is, where there were more general accidents, being km 584 and 586 (Cascavel) and km 723, 725 and 726 (Foz do Iguaçu). The characterization and environmental fragility of the municipalities of Guaraniaçu and Cascavel were also carried out, because of the eleven municipalities that intercept the stretch of the study, according to the hydrography mapping, these two municipalities are the ones that have the supply sources closest to the BR- 277. For the environmental characterization of municipalities, information on hydrography, economic viability, population estimation, land use and occupation, and climate were used from the National Water Agency (ANA) database, SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) , The Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Paranaense

Institute for Economic and Social Development (IPARDES), the Brazilian Forest Service (SFB), the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR) and the municipal secretariats of Development and Environment of Cascavel and Guaraniaçu . From the software QGIS version GRASS 7.4.1 the maps of land use and occupation, slope, hypsometry and soil classification were elaborated. The satellite images were used with data from ANA, IBGE and the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA). In order to use and occupy the ground, we used the Operational Terra Imager (OLI), Scenes 223/77 and 223/78, Landsat-8 satellite, resolution 30 meters, for hypsometry and slope charts, based on SRTM sensor images (MNT data), resolution 30 meters, and for soil classification data Embrapa (2007). From these factors the determination of environmental fragility from the methodology proposed by Ross (1994), Santos et al. (2011), Massa and Ross (2012). Guaraniaçu has 112,748 hectares for agricultural activities, 56% (64,018 ha) are for pasture cultivation, 42.9% of the area of the municipality has a strong undulating slope, referring to hypsometry presented elevations around 800 to 1050 m next to highway, the soil type is a composition of Nitssolo Háplico and Camibissolo Háplico (low permeability), from these characteristics it was possible to determine a high environmental fragility. Cascavel presented that of 176,460 hectares destined to agricultural activities, 57% are destined to permanent and temporary plantations, its slope was classified as 45.2% of the area of the municipality is corrugated, its hypsometry areas higher at 600 to 1050 m of near altitude the highway, and its soil is classified as Red Latosol, Thus the environmental fragility of the municipality from the factors ranged from intermediate to high. Concerning the traffic of dangerous products in the section it is concluded that the area is environmentally fragile and in case of accident with dangerous product, the contamination of the bodies of water and soil will be immediate. Therefore, the study showed the importance of carrying out the diagnosis of the area, and that this is the first step in public health decision-making, it should be stressed that preventive and corrective measures in vulnerable regions should be implemented in conjunction with public and private management and the community.

Keywords: Hydrographic basins; Risk management; Socioenvironmental Impacts.

I. INTRODUÇÃO

A BR-277 é uma das rodovias de grande relevância do estado do Paraná e do Brasil, tendo uma extensão de 730 km que interliga a região Leste e Oeste paranaense, de Paranaguá até Foz do Iguaçu, além de ligar a fronteira com o Paraguai e Argentina. Destacando-se como uma das principais vias do estado, juntamente com a BR 369 e 467 para o escoamento de produtos através do modal rodoviário (CORRÊA, 2009). Possuindo um intenso fluxo, tanto de veículos de passageiros quanto de cargas e dentre eles os produtos e insumos para as atividades agrícolas, pecuárias, comerciais e das indústrias.

São transportadas também substâncias ou artigos que têm características físicas químicas, que segundo a resolução nº420/04 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), se essas substâncias representam risco para a saúde das pessoas e para o meio ambiente são considerados produtos perigosos, sendo assim o transporte desses produtos é nomeado como Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP). Representando riscos à segurança e à saúde da população e ao meio ambiente, devido à vulnerabilidade e sensibilidade ambiental das áreas impactadas (PEDRO; COSTA, 2009).

Desta maneira, o acidente propriamente dito é um evento ou acontecimento indesejável, que ao ocorrer com veículos em deslocamento, transportando produtos perigosos pode ser motivo de grande preocupação, devido aos perigos intrínsecos que esses materiais apresentam, como por exemplo: a inflamabilidade, a toxicidade, a corrosividade, entre outros (ASSUMPÇÃO, 2012).

Pela preocupação e os impactos socioambientais que os acidentes com produtos perigosos podem ocasionar, vários estudos abordam sobre análises de risco e de vulnerabilidade ambiental e social, que podem orientar as ações mitigadoras e preventivas para reduzir ou minimizar o impacto dos acidentes envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos.

As rodovias são interceptadas por corpos hídricos, áreas permanentes de preservação e reservas legais, além de comunidades rurais, indígenas, ribeirinhos, próximos, assim os rios próximos às rodovias geralmente são utilizados para abastecimento público. Acidentes com produtos perigosos próximos de rios podem trazer sérios danos ambientais, sociais e econômicos.

O trevo Cataratas localizado no município de Cascavel, é um importante

corredor de conexão entre as BR - 163, 467, 369 e 277, ligando as principais regiões do estado, assim possuindo um intenso tráfego de veículos, cargas, inclusive perigosas.

Próximo está o Rio Cascavel que é responsável por 70% do abastecimento da água do município. Em 2011 houve um acidente com um caminhão que transportava resíduos de óleo queimado, o qual derramou produto no Rio Cascavel, assim interrompendo o abastecimento público de água da cidade, afetando 180 mil pessoas que ficaram sem água (COPERDEC, 2011).

Devido à importância hidrográfica e econômica foi proposto o estudo para identificar as vulnerabilidades ambientais dos mananciais de abastecimento próximo a BR 277, no qual o trecho é do o do quilômetro (km) 493 (Guaraniaçu) a km 730 (Foz do Iguaçu), essa é uma importante região hidrográfica conhecida como a divisora de água de três bacias hidrográficas importante do estado Paraná, que são a bacia do Piquiri, do Baixo Iguaçu e Paraná 3.

Os estudos sobre vulnerabilidades de bacias hidrográficas relacionados com rodovia são escassos e geralmente focados somente na área urbana. Deste modo, como as bacias que foram citadas são de grande importância, o objetivo do presente estudo foi mapear as vulnerabilidades dos mananciais de abastecimentos públicos em relação ao transporte de produtos perigosos, que transitam na BR-277 (trecho 493 a 603 km) entre os municípios de Guaraniaçu e Cascavel e elencar os impactos socioambientais que podem causar para as comunidades rurais.

O presente estudo será apresentado em duas etapas: no primeiro artigo *“Ocorrência de Transporte de Produtos Perigosos e Acidentes no km 493 ao 730 Da BR-277 (Guaraniaçu a Foz Do Iguaçu), e seus Impactos Socioambientais”* foram demonstrados os números sobre tráfego e as classes de produtos perigosos que transitaram em cinco anos no trecho de estudo, as ocorrências e os impactos socioambientais que podem suceder em caso de acidente.

A segunda etapa apresentada no artigo *“Caracterização e Fragilidade Ambiental dos municípios de Guaraniaçu e Cascavel”* realizou-se a caracterização e fragilidade ambiental dos municípios de Cascavel e Guaraniaçu, o trecho de estudo possuiu uma extensão de 209 km, abrangendo onze municípios, sendo eles: Guaraniaçu, Ibema, Catanduvas, Cascavel, Santa Tereza do Oeste, Céu Azul, Matelândia, Medianeira, São Miguel do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu e Foz do Iguaçu por ter suas áreas urbanas e rurais interceptadas diretamente pela BR 277.

No entanto, observou-se a partir dos mapas de hidrografia que os mananciais de abastecimento de Guaraniaçu e Cascavel eram os mais próximos da rodovia, além de serem os divisores de águas das bacias. Guaraniaçu é divisor de águas das bacias do Piquiri e Baixo Iguaçu, e Cascavel está entre a bacia do Piquiri, baixo Iguaçu e Paraná 3. Por isso a avaliação ambiental dos dois municípios.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Resolução N° 420, de 12 de fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte de Terrestre de Produtos Perigosos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 12 de fev. 2004. Disponível em: <<http://www.sbpc.org.br/upload/conteudo/320110405154556.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2018.

ASSUMPÇÃO, Edson Eli. **Acidente de Transporte de Carga com Produto Perigoso em Rodovia tendo como Causa principal o motorista/ condutor**. 2012. 78 p. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Curitiba, 2012.

CORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL DO PARANÁ – COREDEC. **4º COREDEC atende acidente ambiental com derramamento de óleo no Rio Cascavel**. Disponível em: <<http://www.defesacivil.pr.gov.br/modules/noticias/makepdf.php?storyid=874>>. Acesso em: 06 mar. 2019.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Gestão e Tecnologia na Construção Civil, Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2009.

PEDRO, Fábio Giardini; COSTA, Diógenes Cortijo. Vulnerabilidade e Gravidade ambiental devido a acidentes com transporte rodoviários de combustíveis no município de Campinas – SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo, v.61, n.4, p. 301-320, dez. 2009.

ARTIGO 1

OCORRÊNCIA DE TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS E ACIDENTES ENTRE KM 493 A 730 DA BR 277 (GUARANIAÇU A FOZ DO IGUAÇU) E SEUS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Juliana Bento de Oliveira
Irene Carniatto

RESUMO

A BR-277 é uma das principais vias de escoamento de vários produtos, aumentando o transporte de cargas perigosas, tornando-se motivo de grande preocupação, devido aos problemas que podem ocasionar à população e ao meio ambiente, em caso de acidente. O trecho da rodovia que interliga os municípios de Guaraniaçu a Foz do Iguaçu, é uma importante região hidrográfica no qual possui três bacias hidrográficas importantes do estado do Paraná: a Bacia do Piquiri, Baixo Iguaçu e Paraná 3. Assim, no estudo realizou-se um levantamento do tráfego e de acidentes com transporte de produtos perigosos em 209 km no trecho compreendido entre o km 493 ao 730 da BR 277 (Guaraniaçu a Foz do Iguaçu), elencando-se os impactos socioambientais que podem ocasionar em caso de acidentes, para os mananciais urbanos e rurais, analisou de forma qualitativa e apresentou em gráficos. Foram obtidos os dados de tráfego, classes e acidentes com produtos perigosos fornecidos pela concessionária que administra a via, durante o período de 2013 a 2017. Em cinco anos foram registrados no trecho 27501 cargas perigosas, sendo assim em 2013 (27%) das cargas, 2014 (21%); 2015 (15%); 2016 (19%) e 2017 foram (18%). Os produtos mais transportados foram líquidos inflamáveis, substâncias perigosas, gases e substâncias corrosivas. Os números de acidentes com produtos perigosos foram de nove ocorrências no trecho, assim o ponto com mais registro de acidentes gerais foi o km 584 que registrou 414 acidentes em 5 anos. Assim, o estudo demonstrou que devido a um alto tráfego de transporte de produtos perigosos na rodovia e os números de acidentes na região, devem ser tomadas medidas preventivas e mitigadoras como a capacitação sobre os riscos de acidentes para os gestores públicos e privados, incluindo os funcionários que trabalham com esse tipo de transporte, reforçar a sinalização de áreas críticas e que possuem mananciais de abastecimento, e a realização de monitoramento ambiental dessas áreas.

Palavras-chaves: Cargas Perigosas; Prevenção de Acidentes; Contaminação de Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The BR-277 is one of the main routes for the disposal of several products, increasing the transportation of dangerous cargoes, causing great concern due to the problems they can cause to the population and the environment in case of an accident. The section of the highway that connects the municipalities of Guaraniaçu to Foz do Iguaçu is an important hydrographic region in which it has three important watersheds in the state of Paraná: the Piquiri Basin, Baixo Iguaçu and Paraná 3. Thus, the study was carried out a survey of traffic and accidents involving the transport of dangerous products in 209 km in the stretch from km 493 to 730 of BR 277 (Guaraniaçu to Foz do Iguaçu), highlighting the socio-environmental impacts that can cause in the event of accidents, to the urban and rural sources, analyzed qualitatively and presented in graphs. The traffic data, classes and accidents with hazardous products provided by the concessionaire that runs the road were obtained during the period from 2013 to 2017. In five years 27501 dangerous cargoes were registered in the stretch, and in 2013 (27%) of the cargoes , 2014 (21%); 2015 (15%); 2016 (19%) and 2017 were (18%). The most transported products were flammable liquids, hazardous substances, gases and corrosive substances. The numbers of accidents with dangerous products were nine occurrences in the stretch, so the point with the most general accident record was the km 584 that recorded 414 accidents in 5 years. The study has therefore shown that due to high road haulage traffic and the number of accidents in the region, preventive and mitigating measures such as accident risk training for public and private managers, including employees working with this type of transportation, reinforce the signaling of critical areas and that have sources of supply, and the accomplishment of environmental monitoring of these areas.

Key-words: Dangerous loads; Accidents prevention; Contamination of Water Resources.

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais rodovias do Brasil e do estado do Paraná é a BR-277 que, juntamente com a BR 369 e 467, são vias estratégicas para o traslado de produtos e grãos para outros estados e países (DER, 2019). Possui uma extensão de 730 km, com início no Porto de Paranaguá e término na Ponte da Amizade, em Foz do Iguaçu. É de grande relevância estratégica, uma vez que liga o Brasil com a fronteira da Argentina e Paraguai. Constituindo assim, uma importante rota de ligação entre países do Mercosul e, desempenhando um papel significativo no escoamento de produtos agrícolas e agropecuários produzidos no estado do Paraná e direcionados às exportações e importações (BALBO et al., 2011).

Por esse motivo, a rodovia possui um intenso tráfego do modal rodoviário, sendo ele o meio mais utilizado para o transporte, tanto de veículos de passageiros

quanto de cargas, sendo eles, produtos e insumos para atividades agrícolas, pecuárias, comerciais e industriais.

O estado do Paraná apresentou um valor de produto interno bruto (PIB) em 2013 de 333.481 R\$ milhões, com um aumento de 17%, cinco anos depois. Assim, em 2017 foi registrado um PIB de 421.914 R\$ milhões, e destes 22% corresponde às atividades agropecuárias e agrícolas (IPARDES, 2018).

Em 2017 no estado foram produzidas 19.829.990 toneladas (ton) de soja, 18.225.121 ton de milho e 2.225.344 ton de trigo (IPARDES, 2019). Uma das regiões do estado que se destaca na produção desses grãos é a região oeste, que devido ao crescimento e à modernização dessas atividades agrícolas, nos últimos anos, intensificou a produção e comercialização desses grãos (REIS, 2017). Em 2017 a produção na região foi de 3.788.757 ton de soja, 4.748.065 ton de milho e 231.429 ton de trigo.

Assim, a demanda por produtos agrícolas e agropecuários aumentou significativamente para atender à estrutura da matriz de produção agroindustrial da região, provocando o crescimento da infraestrutura e da urbanização, colaborando com a expansão e oferta de serviços associados ao transporte desses produtos (CORRÊA, 2009).

A BR-277 tornou-se uma via estratégica do ponto de vista econômico, sendo uma das principais vias de escoamento e distribuição de insumos agrícolas como fertilizantes, fungicidas, pesticidas e herbicidas, utilizados nos plantios (REIS, 2017).

Além do transporte da produção de produtos agrícolas, outra demanda da região são os produtos químicos, devido à sua expansão industrial, colaborando com o desenvolvimento regional, estima-se que 26% do PIB do Paraná tem origem nas suas atividades industriais (WONGTSCHOWSKI, 2012; IPARDES, 2018). Sendo assim, com o aumento da demanda por esses produtos, também se eleva o tráfego de transporte do mesmo, que devido às suas características físicas e químicas eles podem ser considerados perigosos.

Segundo a resolução da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) nº 420/04, denomina-se produto perigoso como todas as substâncias ou artigos encontrados na natureza ou produzidos por qualquer processo que, por suas características físico-químicas, representem risco para a saúde das pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente.

Assim, um produto é classificado como perigoso em razão das suas

características e para o seu transporte. A Organização das Nações Unidas (ONU) adotou critérios técnicos para sua classificação a partir das suas propriedades físicas, químicas e toxicológicas, como por exemplo: pressão, temperatura, toxicidade, corrosividade, radioatividade, inflamabilidade, explosividade, infectantes. Esses aspectos também auxiliam na identificação na hora do transporte (TEIXEIRA, 2010).

O transporte dessas substâncias não pode ser tratado como qualquer outra mercadoria, visto que, em caso de acidentes ou colisão com veículos transportando cargas perigosas, além das perdas de vidas humanas e danos materiais, que geralmente ocorrem, se estende para graves prejuízos ambientais, como a contaminação de corpos hídricos e do solo (RECHKOSKA, RECHOSKI; GEORGIOSKA, 2012).

As rodovias são interceptadas por corpos hídricos, áreas permanentes de preservação e reservas legais, além de comunidades rurais, indígenas, ribeirinhos, próximos, assim os rios próximos às rodovias geralmente são utilizados para abastecimento público. Acidentes com produtos perigosos próximos de rios podem trazer sérios danos ambientais podendo apresentar diversos efeitos, propagando-se através da contaminação destes corpos hídricos, comprometendo suas características naturais e do seu entorno, além de prejudicar aos indivíduos que dependem de alguma maneira desse recurso (CANTO, 2014).

A preocupação referente aos impactos socioambientais que os acidentes com produtos perigosos podem causar sobre riscos e vulnerabilidades ambientais e sociais dos recursos hídricos apresentados em estudos de Martínez-Alegría; Ordóñez; Taboada (2003), Bubbico; Di Cave; Mazzarotta, (2004), Nardocci e Leal (2006) Pedro e Costa (2009), Souza (2009), Teixeira (2010), Balbo et al. (2011), Beltrami; Freitas; Machado (2012), Andrade (2016), Cordeiro et al. (2016), Tinoco; Nodari e Pereira (2016), Machado et al. (2017), Siqueira et al. (2017), Machado et al. (2018), Troglio et al. (2018).

O trecho da BR 277 do quilômetro (km) 493 (Guaraniaçu) a km 730 (Foz do Iguaçu), é uma importante região hidrográfica conhecida como a divisor de água de três bacias hidrográficas importante do estado Paraná, que são a bacia do Piquiri, do Baixo Iguaçu e Paraná 3, assim possuindo mananciais de abastecimento, próximo a rodovia, que possui um intenso tráfego rodoviário, assim o objetivo deste estudo foi o de realizar um levantamento do tráfego e dos acidentes ocorridos com transporte

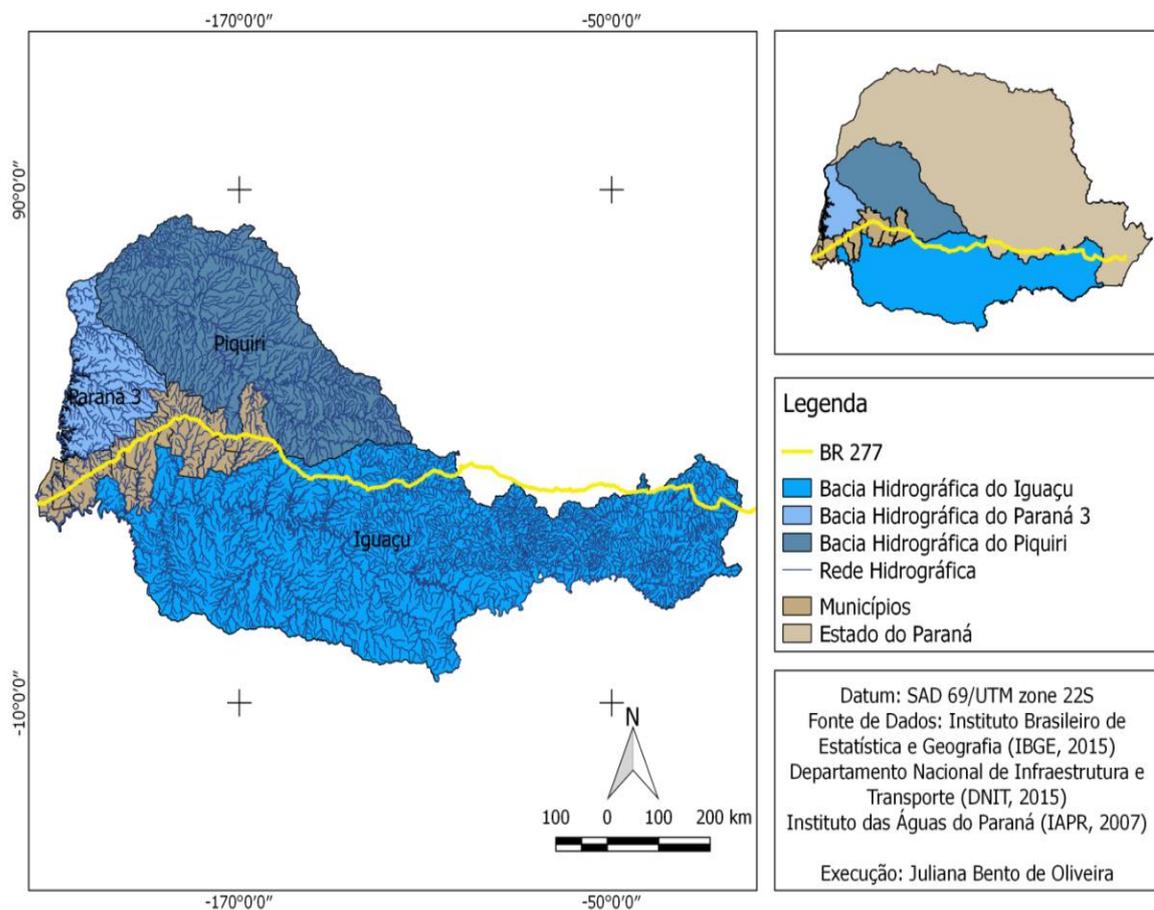
de produtos perigosos no trecho da BR 277 (Guaraniaçu a Foz do Iguaçu), elencando-se os impactos socioambientais que podem ocasionar, em caso de acidentes, para os mananciais urbanos e rurais.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Contemplou o trecho do estudo a partir do Km 493 aos 730 da BR-277, entre as cidades de Guaraniaçu à Foz do Iguaçu, localizado no oeste do Paraná. Foram considerados 209 km e a abrangência de 11 municípios, sendo eles: Guaraniaçu, Ibema, Catanduvas, Cascavel, Santa Tereza do Oeste, Céu Azul, Matelândia, Medianeira, São Miguel do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu e Foz do Iguaçu. O trecho escolhido foi devido à extensa e importante região hidrográfica, que está próxima à rodovia BR-277, como se observa na figura 1. Sendo uma área de divisores de águas entre três importantes bacias hidrográficas: Paraná 3, Baixo Iguaçu e Piquiri (COVATTI, 2006), (Figura 1).

Figura 1. Área de estudo trecho KM 493 A 730 da BR 277 (Guaraniaçu a Foz do Iguaçu, Paraná).



FONTE: As autoras (2018).

2.2 ANÁLISES DE DADOS

A partir dos dados referentes a todos os veículos que circularam transportando produtos perigosos pelas três praças de pedágio que tem ao longo do trecho de estudo referente aos dois sentidos (leste/oeste) e (oeste/leste) do estado, cedidas pela concessionária que administra a via foram analisados qualitativamente e apresentados graficamente o tráfego de produtos perigosos durante o período de 2013 a 2017, elencou-se as principais classes de produtos perigosos que tiveram mais circulação no trecho e as que tiveram um tráfego baixo, como as classes: 1 (explosivos), 4 (sólidos inflamáveis), 5 (substâncias oxidantes e peróxido orgânicos) e 6 (substâncias tóxicas e infectantes) foram agrupadas e apresentadas em outras, não houveram registros da classe 7 e 8.

Para a composição do mapeamento dos pontos críticos do trecho no qual se registraram um maior número de acidentes gerais, utilizou-se a base de dados do Instituto das Águas do Paraná (2007) para a delimitação das bacias hidrográficas e sua rede hidrográfica; para o limite dos municípios a do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015); para a delimitação da rodovia foi utilizada a base do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2015).

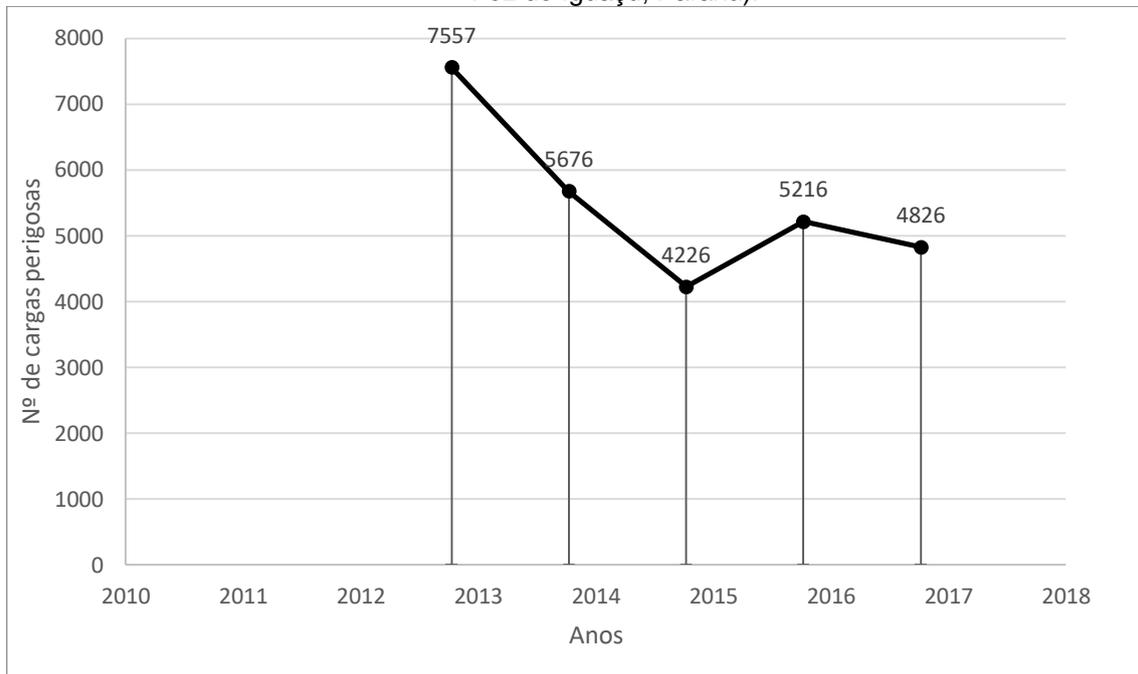
No Software QGIS 2.18 foi elaborado o mapa, que através das coordenadas e dos números dos acidentes foi possível destacar os pontos críticos com maiores ocorrências de acidentes e pontuar os pontos nos quais houve acidentes com produtos perigosos. Com o auxílio de referências bibliográficas elencou-se os possíveis impactos socioambientais.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TRÁFEGOS DE CARGAS PERIGOSAS

A partir dos dados de tráfego observamos que de 2013 a 2017, trafegaram no trecho de estudo, um total de 27.501 cargas perigosas (Gráfico 1).

Gráfico 1. Fluxo de cargas perigosas de 2013 a 2017 do KM 493 a 730 da BR- 277 (Guaraniaçu a Foz do Iguaçu, Paraná).



FONTE: As autoras (2018).

Observa-se, no gráfico 1, que no ano de 2013 foram registradas cerca de 27% do valor total, em 2014 foram registrados 21%, em 2015 (15%), em 2016 (19%), e em 2017 (18%).

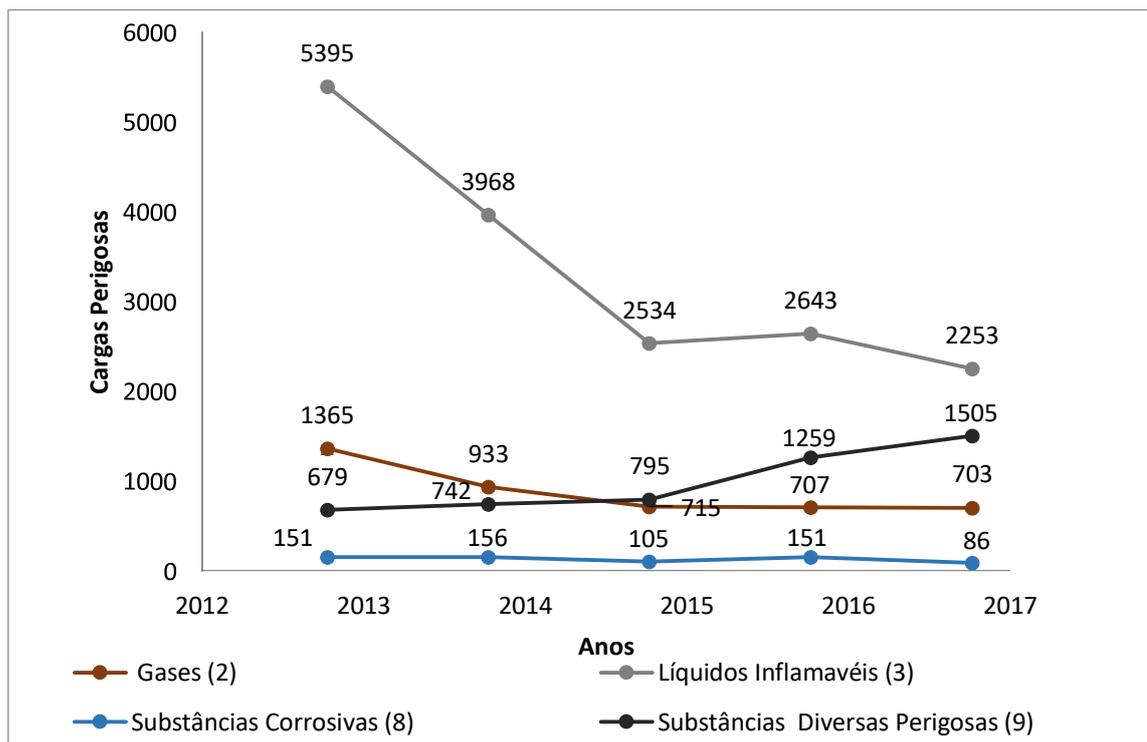
A redução de 2013 para 2014 deve-se à instalação do serviço das cancelas de pagamentos automáticos nos pedágios, pois nessas cancelas automáticas não é feito o registro do veículo e da sua carga, sendo apenas registrado o valor monetário em sua passagem no pedágio. Esse tipo de falha no sistema, no qual não se registra a placa, descrição e tipos de cargas que carregam, gera uma subnotificação do número real de veículos que transportam produtos perigosos, podendo o mesmo ser bem maior. Portanto, estima-se que os valores apresentados no gráfico poderiam ser mais elevados.

Outro ponto levantado foi que o ano de 2015 teve um valor baixo comparado aos outros anos, isso se deve provavelmente à crise econômica que o Brasil vem passando nos últimos anos, segundo a Confederação Nacional de Transporte (CNT) (2017) a crise de 2015 impactou todas as atividades produtivas, no qual houve redução dos investimentos tanto na infraestrutura quanto nos setores, em 2015 o Produto Interno Bruto (PIB), registrou queda de 3,8%, e em 2016 houve outro

decréscimo de -3,6%, assim todos os segmentos da economia (agropecuária, indústria e serviços) tiveram registro negativo nesse ano. Barbosa Filho (2017), demonstra em seu estudo que em 2015 o Brasil passou pelo que se denomina de “crise de sustentabilidade”, devido às séries de choques entre oferta e demanda ocasionado em sua maior parte, devido aos erros da gestão pública. Assim, afetando o PIB, e atingindo diretamente aos setores econômicos.

O gráfico 2 apresentou o tráfego referente ao transporte de diversos produtos perigosos que são conduzidos diariamente no trecho na BR-277 que liga Guaraniaçu a Foz do Iguaçu. Desta maneira, foi possível identificar quatro das nove classes apresentadas anteriormente, as quais se referem à classe 2 (gases), classe 3 (líquidos inflamáveis), classe 8 (substâncias corrosivas) e classe 9 (substâncias diversas perigosas).

Gráfico 2. Classes de Produtos Perigosos Transportados do KM 493 a 730 da BR- 277 (Guaraniaçu a Foz do Iguaçu, Paraná).



FONTE: As autoras (2018).

A classe que foi mais transportada é a 3 que se refere aos líquidos inflamáveis, ou seja, os combustíveis como a gasolina, etanol e óleo diesel, nos cinco anos, com um total de 16.793 cargas perigosas. Assim, em 2013 foram 32%, em 2014 (24%), em 2015 (15%), em 2016 (16%) e em 2017 (13%). Isso se a grande demanda para inúmeras atividades que esse tipo de produto é utilizado, como o

abastecimento de automóveis, caminhões e outros equipamentos, assim como o seu uso nas atividades industriais e agrícolas (PEDRO; COSTA, 2009).

A segunda classe mais transportada foi a 9 que se refere às substâncias perigosas totalizando 4980 cargas. Em 2013 registrou-se 14%, em 2014 (15%), em 2015 (16%), em 2016 houve um aumento para 26%, e em 2017 o registro foi de 30%. Os agrotóxicos como herbicidas, fungicidas e entres outros, encontra-se dentro dessa classe. Dados divulgados pelo Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos do Estado do Paraná (SIAGRO) (2019), demonstraram o total comercializado em toneladas de agrotóxicos em 2013 foi de 7.214.300 toneladas e em 2017 foi de 5.067.300 toneladas nos 11 municípios que abrangem a área de estudo.

Esses dados em comparação com o transporte da classe 9 entram em contradição porque o que está apresentado na figura 3 é que o ano de 2013 teve um fluxo menor e o maior foi em 2017. No entanto, vale ressaltar que a BR-277 é utilizada como um corredor para os países vizinhos do Mercosul, assim esses números de aumento do fluxo da classe 9 deve se referir à importação desses tipos de produtos.

A classe 2 foi a terceira classe com mais transporte, a qual corresponde aos gases que são substâncias que, devido ao seu estado físico movem-se livremente, assim expandido indefinidamente, ocupando todo o ambiente mesmo quando possui densidades diferentes do ar, e podem apresentar perigos como ser inflamáveis, tóxicos e corrosivos (CETESB, 2018).

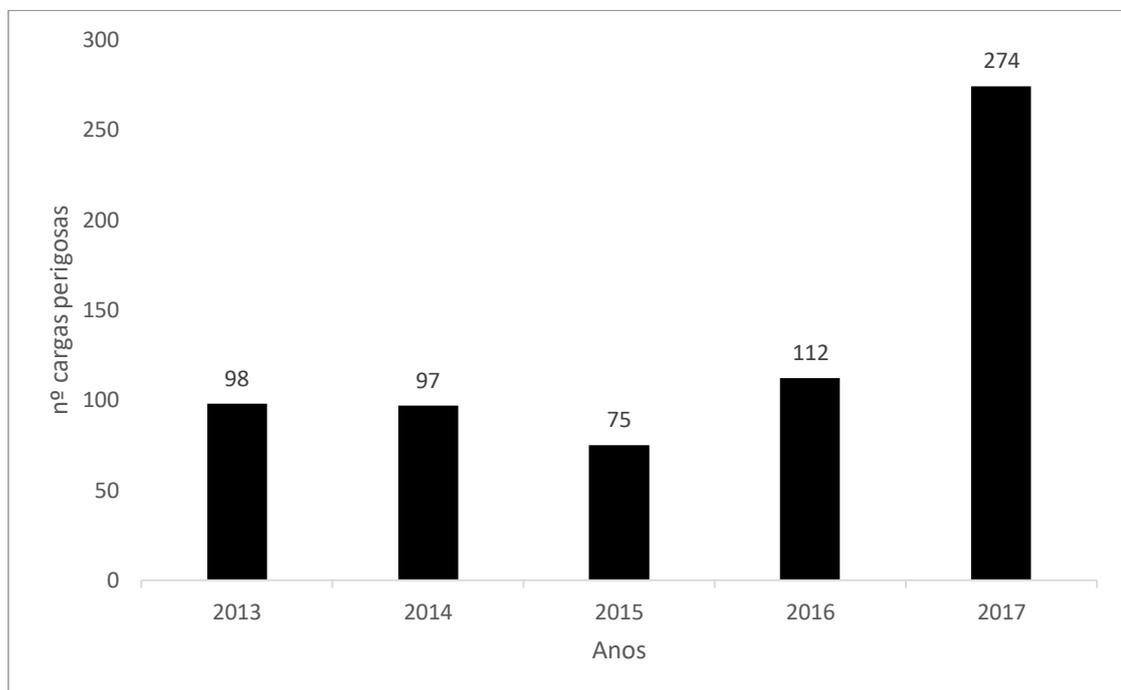
Um dos mais comercializados é o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), que é utilizado como matéria prima em diversos segmentos, como por exemplo: doméstico (gás de cozinha), como combustível, uso comercial e industrial. Foram transportadas 4.423 cargas durante os cinco anos, em 2013 foram contabilizadas 31%, em 2014 (21%), para o período de 2015 a 2017 manteve 16% cada ano.

A classe 8 que inclui as substâncias corrosivas que são aquelas que apresentam propriedades conhecidas como ácidos e bases, como por exemplo ácido sulfúrico, ácido clorídrico, ácido nítrico, hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, entre outros. Em ocorrências envolvendo ácidos ou bases que atinjam corpos d'água pode causar alteração no pH e na condutividade, e o contato com esses produtos ocasionando queimaduras e danos no tecido vivo e a mortandade de organismos aquáticos, dependendo da severidade da contaminação (GOUVEIA et al. 2014; CETESB, 2018).

No entanto, foi a que teve menor número de registros em comparação às outras classes, totalizando 649 cargas em cinco anos, assim em 2013 foram 23%, em 2014 (25%), em 2015 (16%), em 2016 (23%), em 2017 (13%) de cargas transportaram esse produto.

Entretanto, as demais “classes 1 (explosivos), 4 (sólidos inflamáveis), 5 (substâncias oxidantes e peróxido orgânicos) e 6 (substâncias tóxicas e infectantes)”, que tiveram um tráfego menor foram agrupados em outras; assim, representado no gráfico 3, observou-se que o registro total dos cinco anos foi de 656 cargas. Do total em 2013 e 2014 foram transportados 15%, em 2015 (11%), em 2016 (17%) e em 2017 foi apresentado um aumento de 42%, que deve se aos países vizinhos, destacando-se o Paraguai no qual sua região fronteira com Foz do Iguaçu vem se desenvolvendo um polo industrial, assim aumentando a demanda por produtos químicos.

Gráfico 3. Fluxo das outras classes transportadas no trecho do KM 493 A 730 da BR- 277 (Guaraniaçu a Foz do Iguaçu, Paraná).



FONTE: As autoras, 201

3.2 ACIDENTES COM TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS

A análise dos acidentes gerais mostrou que no trecho ocorreram 7.233 registros de janeiro de 2013 a dezembro de 2017. Na tabela 3 observamos os quilômetros que podem ser considerados pontos críticos por demonstrar um maior número de ocorrências.

Tabela 3. Pontos de maior ocorrência de acidentes no trecho de estudo.

KM	2013	2014	2015	2016	2017	Total
584	91	93	90	60	80	414
725	58	57	35	55	40	245
723	46	50	31	43	34	204
726	38	47	30	38	34	187
586	36	38	28	31	34	167
TOTAL	269	285	214	227	222	1217

FORNE: ECOCATARATAS, 2019.

Segundo as estatísticas divulgadas pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná (2019) de 2013 a 2017, houve 111 ocorrências de acidentes com produtos perigosos no estado. Foram nove registros com veículos que transportavam produtos perigosos durante o período no trecho de estudo.

O km 584 onde localiza-se o trevo cataratas, que é um importante corredor de conexão entre as BR - 163, 467, 369 e 277; além do acesso ao município de Cascavel, nos cinco anos foram notificados 414 incidentes no local. Com produtos perigosos nessa localidade teve um registro em 2013, com óleo diesel.

Em 2014 houve um registro no km 602, segundo os órgãos de atendimento foram aproximadamente 30 mil litros de óleo diesel derramados e cuja área de influência é a bacia do rio São Francisco, que não faz parte da captação de água de Cascavel. Assim, o fornecimento de água não foi afetado, no entanto, o produto atingiu 25 km de distância do local do acidente e poderia ter contaminado outros rios que fazem parte da bacia hidrográfica do Paraná 3; porém não houve relatos após ocorrido. A rede de combustíveis foi multada pelo órgão ambiental responsável.

Perante a lei nº9.605 de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de conduta e atividades lesivas ao meio ambiente, em seu Art. 54 causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora, terá uma pena de detenção de seis meses a um ano e multa, se o crime for causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade.

Assim, o óleo diesel devido ao seu peso molecular e os seus constituintes se apresentam como menos volátil e menos solúvel em água, com uma mobilidade reduzida, diferente dos componentes da gasolina (FINOTTI, 2001). Os impactos que esse produto pode causar foi demonstrado por Freitas et al. (2013), com as alterações que os peixes da espécie *Danio rerio* sofreram quando expostos à altas concentrações de óleo diesel e gasolina, apresentando alterações em sua fisiologia como aneurisma, necrose das células epiteliais respiratórias e conseqüentemente outras lesões, demonstrando-se a alta toxicidade desses combustíveis fósseis, constando os riscos dessa substância para a saúde humana e animal, e para o meio ambiente.

O outro acidente aconteceu em 2017, no km 587 onde é um ponto que possui nascentes próximas da BR, além da presença do Parque Ecológico Paulo Gorski. O produto transportado foi caracterizado como baterias contendo ácido líquido, esse tipo de material faz parte da classe 8 - substâncias corrosivas, ou seja, os líquidos corrosivos, inclusive os solúveis podem alterar as condições da água, assim diminuindo ou aumentando significativamente seu pH. Deste modo, dificultando a sobrevivência de muitos organismos (LEW, 2008; RAO, 2008).

No km 645, próximo de Céu Azul, em 2013, o caminhão transportava cerca de 16 mil litros de gasolina, cerca de três mil litros de combustível derramaram nas margens da rodovia. Em 2014 no km 546 em Catanduvas ocorreu um acidente com querosene para aviação, ambos os produtos estão inclusos na classe 3 de líquidos inflamáveis.

Assim, Finotti et al. (2001) apresentou em sua pesquisa os efeitos dos constituintes da gasolina, que é o Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno conhecidos como BTEX, que são hidrocarbonetos monoaromáticos classificados como perigosos. O autor classifica benzeno como carcinogênico, enquanto que o

tolueno, etilbenzeno e xileno são classificados como tóxicos, sendo os constituintes da gasolina que têm maior solubilidade em água e, portanto, em caso de acidentes próximos de corpos hídricos, além de contaminar a parte superficial, também pode atingir o lençol freático com facilidade.

Arcuri et al. (2012) demonstrou em seu estudo as consequências que os constituintes da gasolina podem acarretar para saúde humana, sendo o contato com a substância ou a inalação, assim ocasionando diversos danos de curto a longo prazo, assim alguns que ele destaca é a depressão do sistema nervoso central e a longo prazo, alterações neurocomportamentais, hematológicas, neoplásicas e mutagênicas.

Também, foram registrados dois acidentes com agrotóxicos em 2017, um foi no km 697 localizado próximo ao município de São Miguel do Iguçu, o produto era Veneno Megaxan 75 wg pó e o outro foi com Diclorofosfato de etila no km 659 na área urbana de Matelândia. Observou-se que os veículos que transportam esses produtos em perímetro urbano, áreas agrícolas ou próximos de áreas de preservação ambiental, estão suscetíveis aos acidentes, e dependendo do produto transportado pode ocorrer o vazamento.

Uma vez derramado este produto pode ser carregado para dentro dos recursos hídricos, contaminando-os e assim interrompendo o abastecimento público para a população. Fato esse intensificado nos municípios que possui apenas um manancial de abastecimento de água, pois caso ocorra o vazamento de tais produtos perigosos isso acarretará na escassez de água à população, trazendo consigo transtornos e diversos problemas socioambientais, à saúde da população, bem como prejuízos na indústria, comércio e na agricultura, seja pela falta da água ou a contaminação (SIQUEIRA, 2016).

Nesse sentido, Scuccatto (2008) cita que os agrotóxicos podem ser persistentes, móveis e tóxicos no solo, na água e no ar. Além de serem acumuladores no solo e na biota, e seus resíduos podem chegar às águas superficiais por escoamento e às águas subterrâneas por lixiviação. Assim, um acidente com esse tipo de produto pode ocasionar danos à saúde da população, como uma intoxicação por contato ou devido ao consumo de alimentos contaminados por resíduos de agrotóxicos que são de difícil mensuração, e no caso de intoxicação crônica esta pode manifestar-se através de doenças do tipo paralisias e neoplasias.

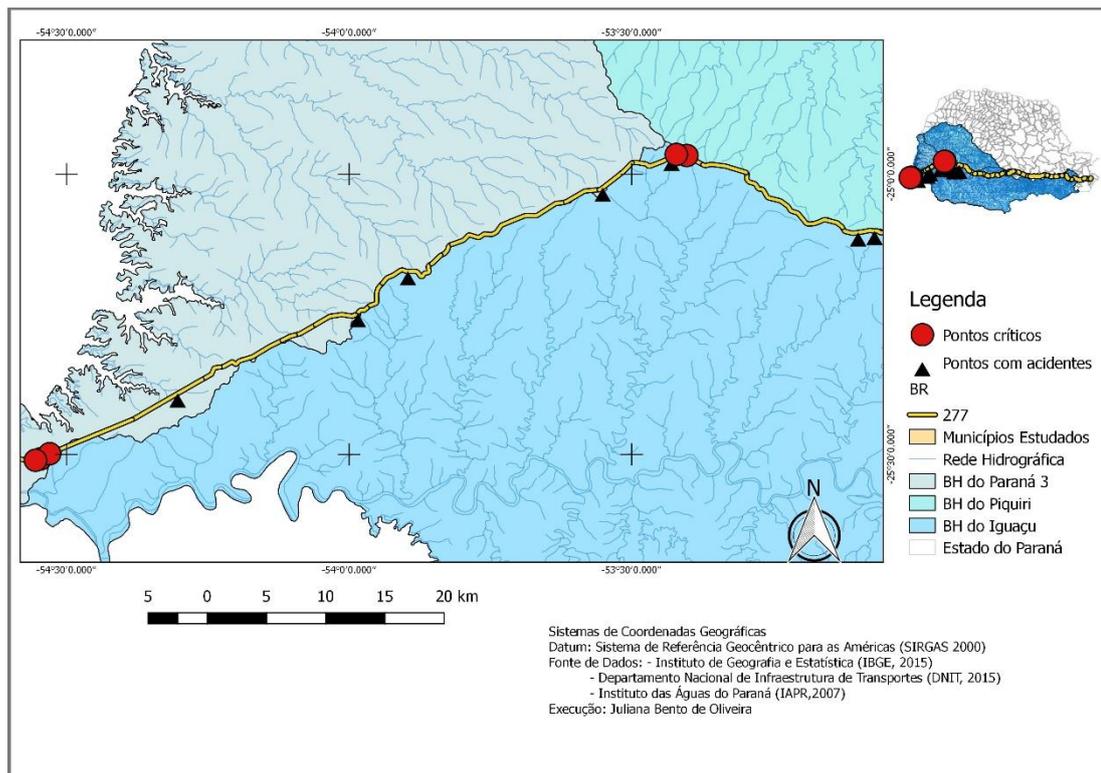
Em 2014 além dos acidentes já apresentados tiveram mais dois um no km 543, próximo ao município de Ibema com produto explosivo, porém não foi especificado que tipo de produto e no km 526 em Guaraniaçu, com um veículo que transportava emulsão asfáltica, que é considerada uma substância perigosa, pois é uma mistura de vários compostos, geralmente possui querosene em sua composição, assim o derramamento desse produto pode acarretar na redução do nível de oxigênio dissolvido nos recursos hídricos, devido à possibilidade de formação de uma película na superfície da água, causando a mortandade dos organismos aquáticos (PETROBRAS, 2014).

Portanto, os corpos d'água não controlam os riscos, são áreas mais suscetíveis a danos ambientais, já que não é possível prever o local e nem a hora de ocorrência desses acidentes (VIANA, 2009). Além das consequências graves em caso de acidente, tais como, feridos e mortos, danos materiais elevados, paralisação do tráfego, e impacto ambiental no solo, ar e água, bem como prejuízos na fauna e flora, podem se prolongar por anos (SANTOS; GÓIS, 2011).

3.3 PONTOS CRÍTICOS DO TRECHO DE ESTUDO

Na figura 3, observamos os pontos críticos os quais foram considerados os locais tiveram maior incidência de acidentes gerais e estão sinalizados pelo círculo em vermelho, e são localizados em trechos de interseção das rodovias com outras BR ou vias marginais. Assim, dos cinco pontos, dois se localizam no município de Cascavel, sendo o km 584 onde se localiza o Trevo Cataratas e teve o registro de 414 acidentes e o km 586 com 167 acidentes é a interseção do Bairro Cascavel Velho. Os outros pontos críticos se localizam no município de Foz do Iguaçu, nos seguintes locais: km 725 (245 acidentes), 723 (204 acidentes) e 726 (187 acidentes). Sobre as ocorrências com incidentes com produtos perigosos foram registrados nos quatros pontos críticos e um próximo do km 586.

Figura 2. Área de ocorrências de acidente com cargas perigosas do km 493 a 730 da BR- 277 (Guaraniaçu a Foz do Iguaçu, Paraná).



FONTE: As autoras, 2019.

Beltrami et al. (2012), analisou os dados dos setores de Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério da Saúde sobre os acidentes com produtos perigosos, no panorama nacional de 2006 a 2009. Dessa forma, apresentou que o total de ocorrências em dois anos foi de 3.601, resultando uma média de 900 acidentes com produtos perigosos por ano e 75 por mês, nesse período para o Estado do Paraná registrou se 275 ocorrências.

O autor ressalta sobre esse resultado que mesmo um estado que possui uma estrutura de Defesa Civil organizada, em caso de acidentes com produtos perigosos, não possui os dados registrados no sistema nacional.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) possui um sistema sobre acidentes ambientais, no entanto, o último relatório foi emitido no ano de 2014, em nove anos foram registrados 4713 acidentes

ambientais, na matriz de transporte brasileiro, predomina o modal rodoviário (isto inclui o transporte de produtos perigosos). Assim, os acidentes com produtos perigosos nas rodovias brasileiras tiveram sua maior quantidade de registros em 2013 que foram 195 totalizando de 27%, em 2014 foram registrados 205 sendo 28,3% o percentual de ocorrências (IBAMA, 2015).

3. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou a necessidade de implantação de gestão de risco, no qual em cinco anos foram registrados nove acidentes, que traz prejuízos ambientais e sociais.

Deste modo, a realização de estudos sobre vulnerabilidades e ações preventivas nas rodovias, podem auxiliar na redução de acidentes, e também capacitações sobre o assunto para as empresas que realizam esses transportes, como também para os gestores dos órgãos de interesses como os municipais, ambientais e federais, além do fortalecimento de campanhas informativas e educativas para as pessoas que atuam na área, em especiais as transportadoras que realizam essa atividade.

Destaca-se a necessidade de incentivo às medidas preventivas e mitigadoras como a melhoria das sinalizações e delimitações das áreas mais críticas, como as próximas de mananciais de abastecimento, propondo medidas estruturais na rodovia para a preservação dos cursos d'água e a recuperação do ambiente ciliar florestal.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Resolução Nº 420, de 12 de fevereiro de 2004**. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte de Terrestre de Produtos Perigosos. Diário Oficial da União. Brasília, 12 de fev. 2004. Disponível em: <http://www.sbpc.org.br/upload/conteudo/320110405154556.pdf>. Acesso em: 27 out. 2018

ANDRADE, Esdras de Lima. **Áreas de risco ambiental aos acidentes com produtos perigosos no trecho alagoano da rodovia BR 101 – Uma proposta metodológica**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

ARCURI, Arline Sydneia Abel; CARVALHO, Albertinho Barreto; DOUVLETIS, Estela; MACHADO, Jorge Mesquita Huet; AMORIM, Leiliane Coelho André; RÊGO, Marco Antônio Vasconcelos; LIMA, Marta Regina Coelho Rabello; PEZUTI, Rafaela;

ALMEIDA, Tarcisio Marcos. **Efeitos da exposição ao benzeno para a saúde**. São Paulo: Fundacentro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA (ABIQUM). **Manual para Atendimento de Emergências com Produtos Perigosos**. Departamento Técnico, Comissão de Transportes. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

BALBO, Fábio André Negri; GRAMANI, Liliana Madalena; NETO, Anselmo Chaves; Estudos dos Acidentes em Rodovias por meio de Análises Multivariadas. *In: ANAIS DO XLIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, agost. 2011, Ubatuba. **Anais[.].** Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2011/pdf/87700.pdf>. Acesso em: 30 out. 2018.

BARBOSA FILHO, Fernando de Holanda. A crise econômica de 2014/2017. **Estudos Avançados**, São Paulo v.31 n.89, p. 51-60, abr. 2017.

BELTRAMI, Aramis Cardoso.; FREITAS, Carlos Machado; MACHADO, Jorge Huet Mesquita. Acidentes com produtos perigosos no Brasil, no período 2006-2009: análise dos dados dos sistemas de informações como subsídio às ações de vigilância em saúde ambiental. **Epidemiologia, Serviço e Saúde**, Brasília, n. 21 v.3, p. 439-448, agost. 2012.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, seção III, 12 fev. 1998. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 28 fev. 2019.

BUBBICO, Roberto; DI CAVE, Sergio; MAZZAROTTA, Barbara. Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: simplified approach. **Journal of Loss Prevention in the Process**. n.17, p.477-482, nov.2004.

CANTO, Thiago. **Modelo conceitual de plano de segurança da água do açude Belinzoni de Araranguá - SC**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Gases**. 2018. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/aspectos-gerais/perigos-associados-as-substancias-quimicas/gases/>>. Acesso em 1 dez.2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Substâncias Corrosivas**. 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/aspectos-gerais/perigos-associados-as-substancias-quimicas/substancias-corrosivas/>. Acesso em 1 dez. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário: desempenho do setor, infraestrutura e investimentos**. Brasília, 2017.

CORDEIRO, Francielly Giovany; BEZERRA, Barbara Stolte; PEIXOTO, Anna Silvia Palcheco; RAMOS, Rui Antonio Ramos. Methodological aspects for modeling the environmental risk of transporting hazardous materials by road. **Transportation Research Part**, v.4, p. 105-121, mai. 2016.

CORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL DO PARANÁ. **Estatística de Acidentes com Produtos Perigosos no Paraná**. Disponível em:

<http://www.defesacivil.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=39>. Acesso em: 20 fev. 2019.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Gestão e Tecnologia na Construção Civil, Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2009.

COVATTI, Joane Aura Cechet. **Caracterização Quali-quantitativa da Água do Rio Cascavel**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Engenharia de Recursos Hídrico e Meio Ambiente, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/2891> Acesso em: 20 nov. 2018.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM (DER). **Rodovias do Estado do Paraná 2019**. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=4>. Acesso em: 25 fev. 2019.

FREITAS, Rafael Alves; CORREIA, Kadja de Moraes; TAVARES, Maria Giselda de Olivera; OLIVEIRA, Gláucia M. Cavasin. Avaliação das brânquias de Danio rerio expostos a diferentes concentrações de gasolina e diesel. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.23, p.59-66, jan/dez. 2013.

FINOTTI, Alexandre Rodrigues; CAICEDO, Nelson Oswaldo Luna; RODRIGUEZ, Maria Teresa Raya. Contaminações subterrâneas com combustíveis derivados de petróleo: toxicidade e a legislação brasileira. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.6, n.2, p. 29-46, abr/jun. 2001.

GOUVEIA, J.L.N et al. **Manual de Atendimento a Emergências Químicas**. São Paulo: CETESB, 2014, p. 288.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **PIB do Paraná – Resultados do 2º trimestre de 2018**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/pdf/nota_de_divulgacao_PIB_2_Trim_2018.pdf. Acesso em 01 dez. 2018.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Produção e Produtividade dos principais produtos agrícolas do Paraná 1986-2019**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/produtos_agricolas.pdf. Acesso em: 25 fev. 2019.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Produção região oeste Paraná 2019**. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php>. Acesso em: 20 fev. 2019.

LEW, Kristi. **Acids and bases**. New York: Infobase Publishing, 2008.

MACHADO, Emerson Ribeiro; JÚNIOR, Renato Farias do Valle; FERNANDES, Luis Felipe Sanches; PACHECO, Fernando Antônio Leal. The vulnerability of the environment to spills of dangerous substances on highway: A diagnosis based on multi criteria modeling. **Transportation Research Part D: Transport and Environmet**, v.62, p.748-759, jul. 2017.

MACHADO, Emerson Ribeiro; JÚNIOR, Renato Farias do Valle.; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; SIQUEIRA, Hygor Evangelista; FERNANDES, Luís Filipe Sanches;

PACHECO, Fernando António Leal. Diagnosis on Transport Risk Based on a Combined Assesment of Road Accidentes and Watershed Vulnerability to Spills of Hazardous Substances. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Suíça, v. 15, p. 1-14, set. 2018.

MARTÍNEZ-ALEGRÍA, Roberto.; ORDÓÑEZ, C.; TABOADA, Javier. A Conceptual Model for Analyzing the Risks Involved in the Transportation of Hazardous Goods: Implementation in a Geographic Information System. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v.9 n.3, 857-873, 2003.

NARDOCCI, Adelaide Cassia; LEAL, Omar Lima, Informações sobre acidentes com transporte rodoviário de produtos perigosos no Estado de São Paulo: os desafios para a Vigilância em Saúde Ambiental. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 15, n.2, p.113-121, mar. 2006.

PEDRO, Fábio Giardini, COSTA, Diógenes Cortijo. Vulnerabilidade e Gravidade ambiental devido a acidentes com transporte rodoviários de combustíveis no município de Campinas – SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo, v.4, n.61, p. 301-320, 2009.

PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa. Health, environment, and pesticide use in a farming area in Rio de Janeiro State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 612-621, out. 2007.

PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A. **Emulsão para Imprimação EMULPEN.**

Disponível em:

<http://www.br.com.br/wps/portalconteudo/produtos/asfalticos/emulsao_asfaltica>.

Acesso: 01 mar.2019.

RAO, Alla Appa. **Chemistry of Water**. New Delhi: International Pvt Ltd Publishers, 2008.

RECHKOSKA, Gordana; RECHKOSKI, Risto; GEORGIOSKA, Maja. Transport of dangerous substances in the Republic of Macedonia. **Procedia social and Behavioral Sciences**, v.44, p. 289-300, 2012.

REIS, Cirineu Ribeiro. **Agronegócio e urbanização: a relação rural-urbano em Cascavel/PR**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

SANTOS, Teresa; GÓIS, José Carlos. Análise de riscos no transporte rodoviário de combustíveis líquidos e gasosos em Portugal: relação entre a sinistralidade e o tráfego. **Territorium**, Vilarinho LSA, n.18, p. 125-131, jul. 2011.

SCUCATO, Eliana Scucato. **Perfil dos resíduos de agrotóxicos identificados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA), no estado do Paraná, no período de setembro de 2002 a dezembro de 2007**. 2008. Monografia (Especialização) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério de Saúde, Curitiba, 2008.

SIQUEIRA, Hygor Evangelista. **Vulnerabilidade ambiental dos recursos hídricos interceptados por rodovias na bacia do rio Uberaba**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

SIQUEIRA, Hygor Evangelista; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; VALLE JÚNIOR, Renato Farias; FERNANDES, Luis Filipe Sanches; PACHECO, Fernando António Leal. A multicriteria analog model for assessing the vulnerability of rural catchments to road spills of hazardous substances. **Environmental Impact Assessment Review**. v.64, p.26-36, mai. 2017.

SISTEMA DE MONITORAMENTO DO COMÉRCIO E USO DE AGROTÓXICOS DO ESTADO DO PARANÁ (SIAGRO) 2019. **Valores do volume comercializado de agrotóxicos nos municípios paranaenses**. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=389>. Acesso em: 01 mar.2019.

SOUZA, Tatiana Aparecida Rodrigues. Análise de Multicritério aplicada ao diagnóstico do risco ambiental do transporte rodoviário de produtos perigosos: um estudo de caso sobre a BR-381. *In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 2009, Natal, **Anais [...]** p. 4465-4472, 2009.

TEIXEIRA, Mauro Souza. **Análise e prognóstico dos acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos no município de São Paulo (1989 a 2008) – Situação e cenários de risco**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

TINOCO, Maria Auxiliadora Cannarozzo.; NODARI, Christine Tessele; PEREIRA, Kimberlyn Rosa da Silva. Vulnerabilidade ambiental, social e viária em acidentes com transporte de produtos perigosos: estudo de caso na BR 101 entre Osório e Torres, Rio Grande do Sul. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 32 n.9, p. 1-13, set. 2016.

TOSIN, Gladis Aparecida Sandi. **Caracterização Física do Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Universidade Estadual do Paraná, Cascavel, 2005.

TROGLIO, Jefferson; NODARI, Christine Tessele; CALLEGARO, Aline Marian. Proposta de Método para Avaliação do Risco Potencial de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, 2018, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: 32º ANPET, Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2018. p 1-12.

VIANA, Viviane Japiassú. **Riscos Ambientais associados ao transporte de produtos perigosos na área de Influência da ETA Guandu-RJ**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

WONGTSCHOWSKI, Pedro. Um Olhar sobre a Indústria Química Brasileira. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 23, n.11, p.1955-1956, 2012.

ARTIGO 2

CARACTERIZAÇÃO E FRAGILIDADE AMBIENTAL DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DE GUARANIAÇU E CASCAVEL QUE INTERCEPTAM A BR 277 REFERENTE AO TRAFÉGO DE PRODUTOS PERIGOSOS

Juliana Bento de Oliveira
Gabriela Medeiros
Irene Carniatto

RESUMO

Os municípios de Guaraniaçu e Cascavel têm suas economias voltadas para as atividades agrícolas e agropecuárias, assim dedicando a maior parte do uso e ocupação do solo para elas. No entanto, essas atividades em uso intensivo podem permitir que áreas de interesse ambiental e social fiquem expostas. Ambos municípios possuem seus mananciais de abastecimento próximo da BR-277, a qual apresenta um intenso tráfego de produtos perigosos que em caso de acidente podem causar danos ambientais, além de afetar a população. Assim, no presente estudo realizou-se a caracterização dos municípios e determinou a fragilidade ambiental referente aos mananciais de abastecimento, em relação ao tráfego de produtos perigosos que transitam na BR-277. Foram utilizadas informações referente à hidrografia, viabilidade econômica, estimativa populacional, uso e ocupação do solo, clima, a partir do banco de dados da Agência Nacional da Água (ANA), Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), e das secretarias municipais de Desenvolvimento e Meio Ambiente de Cascavel e Guaraniaçu. A partir do software QGIS versão GRASS 7.4.1 foram elaborados os mapas de uso e ocupação de solo, declividade, hipsometria e classificação do solo. Foram utilizadas as imagens de satélite com dados da ANA, IBGE e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Para uso e ocupação do solo foram utilizados sensor *Operacional Terra Imager* (OLI), Cenas 223/77 e 223/78, bordo do satélite Landsat-8, resolução 30 metros, para cartas de hipsometria e declividade, baseou-se em imagens do sensor SRTM (dados MNT), resolução 30 metros, e para a classificação do solo dados Embrapa (2007). A partir desses fatores determinou-se a fragilidade ambiental a partir da metodologia proposta por Ross (1994), Santos et al. (2011), Massa e Ross (2012). Guaraniaçu possui 112.748 hectares destinadas às atividades agrícolas, 56% (64.018 ha) são destinadas a cultivo de pastagem, 42,9% da área do município apresentou uma declividade forte ondulada, referente à hipsometria apresentou elevações em torno de 800 a 1050m próximo à rodovia; o tipo de solo é uma composição de Nitssolo Háplico e Camibissolo Háplico (baixa permeabilidade). A partir dessas características foi possível determinar uma fragilidade ambiental alta. Cascavel

apresentou que de 176.460 hectares destinadas a atividades agrícolas, 57% são destinadas a lavouras permanentes e temporárias, sua declividade foi classificada como 45,2% da área do município é ondulada, sua hipsometria áreas mais elevadas em 600 a 1050 m de altitude próxima a rodovia, e seu solo é classificado como Latossolo vermelho, assim a fragilidade ambiental do município a partir dos fatores variou entre intermediária a alta. Referente ao tráfego de produtos perigosos no trecho se conclui que ambientalmente a área está fragilizada e em caso de acidente com produto perigoso, a contaminação dos corpos hídricos e solo será imediata. Portanto o estudo demonstrou a importância da realização do diagnóstico da área, e que esse é o primeiro passo para o auxílio na tomada de decisão da gestão pública, ressalta-se que as medidas preventivas e corretivas em regiões vulneráveis devem ser implantadas em conjunto com a gestão pública, privada e a comunidade.

Palavras-chaves: Recursos Hídricos; Riscos; BR-277.

ABSTRACT

The municipalities of Guaraniaçu and Cascavel have their economies focused on agricultural and agricultural activities, thus devoting most of the land use and occupation to them. However, these activities in intensive use can allow areas of environmental and social interest to be exposed. Both municipalities have their sources of supply close to the BR-277, which presents an intense traffic of dangerous products that in case of accident can cause environmental damages, besides affecting the population. Thus, in the present study the characterization of the municipalities was determined and the environmental fragility of the supply sources was determined in relation to the traffic of hazardous products passing through BR-277. Information on hydrography, economic viability, population estimation, land use and occupation, and climate were used, based on the National Water Agency (ANA) database, Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), Brazilian Institute of Geography and (IBGE), the Paranaense Institute for Economic and Social Development (IPARDES), the Brazilian Forest Service (SFB), the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR) and the municipal secretariats of Development and Environment of Cascavel and Guaraniaçu. From the software QGIS version GRASS 7.4.1 the maps of land use and occupation, slope, hypsometry and soil classification were elaborated. The satellite images were used with data from ANA, IBGE and the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA). In order to use and occupy the ground, we used the Operational Terra Imager (OLI), Scenes 223/77 and 223/78, Landsat-8 satellite, resolution 30 meters, for hypsometry and slope charts, based on sensor images SRTM (MNT data), resolution 30 meters, and for the soil classification data Embrapa (2007). From these factors the environmental fragility was determined from the methodology proposed by Ross (1994), Santos et al. (2011), Massa and Ross (2012). Guaraniaçu has 112,748 hectares for agricultural activities, 56% (64,018 ha) are for pasture cultivation, 42.9% of the area of the municipality has a strong undulating slope, referring to hypsometry presented elevations around 800 to 1050m near the highway; the soil type is a composition of Nitssolo Háplico and Camibissolo Háplico (low permeability). From these characteristics it was possible to determine a high environmental fragility. Cascavel presented that of 176,460 hectares destined to agricultural activities, 57%

are destined to permanent and temporary plantations, its slope was classified as 45.2% of the area of the municipality is corrugated, its hypsometry areas higher at 600 to 1050 m of near altitude the highway, and its soil is classified as Red Latosol, so the environmental fragility of the municipality from the factors ranged from intermediate to high. Concerning the traffic of dangerous products in the section it is concluded that the area is environmentally fragile and in case of accident with dangerous product, the contamination of the bodies of water and soil will be immediate. Therefore, the study showed the importance of carrying out the diagnosis of the area, and that this is the first step to aid in the decision-making of public management, it should be emphasized that preventive and corrective measures in vulnerable regions should be implemented in conjunction with public and private management and the community.

Key-words: Springs; Dangerous products; BR-277.

1. INTRODUÇÃO

Os elementos como solo, recursos hídricos, vegetação, campos agrícolas, são estruturas do meio que se relacionam através de fluxos e ciclos. E quando ocorre uma perturbação no equilíbrio desses sistemas, as relações do meio podem ser bastante diferentes, considerando as características locais naturais e da ocupação humana. Observa-se ainda, que para atendê-lo devemos considerar a resiliência e a persistência do sistema (SANTOS, 2007).

As bacias hidrográficas são consideradas uma unidade territorial, de suma importância, por fazer parte de um complexo sistema ambiental, no qual os cursos d'águas servem como indicadores do uso e ocupação do solo, por influências antrópicas. Assim, os rios que drenam uma região fazem parte desse complexo e apresentam características físico-químicas próprias, de modo que as refletem pelas características pedológicas e geológicas (MELO, SANTOS, 2010; FRANCO et. al, 2012).

Sendo assim, as águas superficiais, subterrâneas e reservas de água são componentes importantes e estratégicos para o desenvolvimento econômico, social, rural e de sustentabilidade dos processos em âmbitos local, regional e continental (ROGERS et al. 2006; TUNDISI et al. 2014).

Desta maneira, a disponibilidade de água, tanto em quantidade como em qualidade é necessária para a manutenção e proteção dos ecossistemas, além de ser um dos fatores limitantes para o planejamento e desenvolvimento urbano de acordo com a vocação natural do sistema hídrico.

Andreolli (1999) cita que as bacias são consideradas como manancial de abastecimento, que são aquelas que são fontes de água doce superficial ou subterrânea, utilizadas para consumo humano ou desenvolvimento de atividades econômicas e rurais, devem ser áreas que recebam uma atenção específica, contemplando aspectos legais e gerenciais.

Deste modo, a caracterização ambiental pode ser utilizada como uma análise física, espacial e ambiental que auxilia no conhecimento dos componentes ambientais de determinado ecossistema, ou seja, a forma como interagem entre si e a dinâmica de todos os seus elementos. Assim, realiza a interpretação da situação ambiental, auxilia no monitoramento dessas áreas que necessitam de atenção, além de contribuir com o entendimento das interações presentes, sejam eles elementos físicos e biológicos, ou fatores socioculturais (RODRIGUES et al., 2012).

No entanto, quando um sistema está exposto às pressões ambientais típicas de atividades que podem causar impactos ou danos, ou alteração do meio, como por exemplo o fluxo de transporte de produtos perigosos em uma rodovia que possui mananciais próximos, deve-se avaliar através de indicadores que mostram a pressão antropogênica exercida no sistema.

Assim, a vulnerabilidade ambiental pode ser definida através da sensibilidade do sistema às pressões exercidas, avaliada pelo uso de indicadores que mostram as características das meio físicas e bióticas próprias de uma região (tipo de solo, clima, vegetação) que já ocorrem antes de qualquer perturbação e que interagem com as pressões. A capacidade de resposta do meio, avaliada pela adoção de ações de conservação ou preservação ambiental que mitigam ou reduzem os possíveis efeitos das pressões exercidas (FIGUEIREDO, 2010).

Dessa forma, a caracterização ambiental e os mapeamentos de fragilidade e vulnerabilidade ambiental norteiam a prevenção de processos degradantes tanto no campo, quanto no espaço urbano, os quais podem ser tratados na escala da bacia hidrográfica ou em uma região, e igualmente apontam locais com risco de aparecimentos de processos erosivos, riscos ou degradação dos recursos hídricos, bem como fatores geoambientais gerais. Esse tipo de fragilidade é definido não só pelas fragilidades naturais do local, mas principalmente pela pressão exercida pelos fatores antrópicos (NASCIMENTO et al., 2016).

Deste modo, vários autores como Ross (1994), Santos et al. (2007), Melo e Santos (2010), Souza et al. (2011), Mota e Valladares (2011), Franco et al. (2012),

Júnior e Rodrigues (2012), Santos e Souza (2014), realizaram estudos sobre as fragilidades e vulnerabilidades ambientais das bacias hidrográficas sobre ação antrópica, assim demonstrando como isso altera na qualidade dos cursos de águas que são utilizado em diversas atividades para o seres humanos e os impactos ambientais, como a erosão de solo e perda de biodiversidade.

Outra preocupação são os recursos hídricos interceptados por rodovias, demonstrados nos estudos de Martínez-Alegría (2003), Pedro e Costa (2009), Cordeiro et al. (2012), Siqueira (2016), Tinoco et al. (2016), Machado et al. (2017), esses autores vêm pesquisando e desenvolvendo métodos relacionados as vulnerabilidades ambientais que os cursos de águas estão suscetíveis, interceptado pelas estradas, relacionando com os riscos de transportes de produtos perigosos.

Os municípios de Guaraniaçu e Cascavel possuem seus mananciais superficiais de abastecimento público próximos da rodovia, deste modo este estudo realizou a caracterização ambiental e a vulnerabilidade relacionando com o risco de contaminação dos mananciais de abastecimento em caso de vazamentos de produtos perigosos em acidentes na BR-277. Assim o objetivo do trabalho foi caracterizar os municípios e determinar sua fragilidade ambiental dos mananciais de abastecimentos que interceptam a BR 277.

2. METODOLOGIA

Os municípios de Guaraniaçu e Cascavel – Paraná foram escolhidos para este estudo, após análise dos mapas e da hidrografia em campo, devido seus mananciais de abastecimentos públicos serem bem próximos com a BR 277, assim ambos, apresentam grande número de nascentes por estarem em área de divisor de águas das bacias hidrográficas do Paraná 3, Iguaçu e Piquiri (COVATTI, 2006). Para a caracterização das áreas foram utilizados dados da Agência Nacional da Água (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES).

Para os mapeamentos foram utilizadas as imagens de satélite, com dados do IBGE, da ANA e EMBRAPA. A partir do software QGIS versão GRASS 7.4.1 foram elaborados os mapas. As imagens utilizadas para uso e cobertura do solo foram provenientes do sensor *Operacional Terra Imager* (OLI), Cenas 223/77 e 223/78, a bordo do satélite Landsat-8, resolução 30 de metros. E para as cartas de

hipsometria e declividade dos municípios foram realizados os mapeamentos com base em imagens do sensor SRTM (dados MNT) com resolução de 30 metros. Utilizou-se a base dos dados da Embrapa de 2007 para as classes e texturas do solo e do IBGE 2013 para os limites dos municípios.

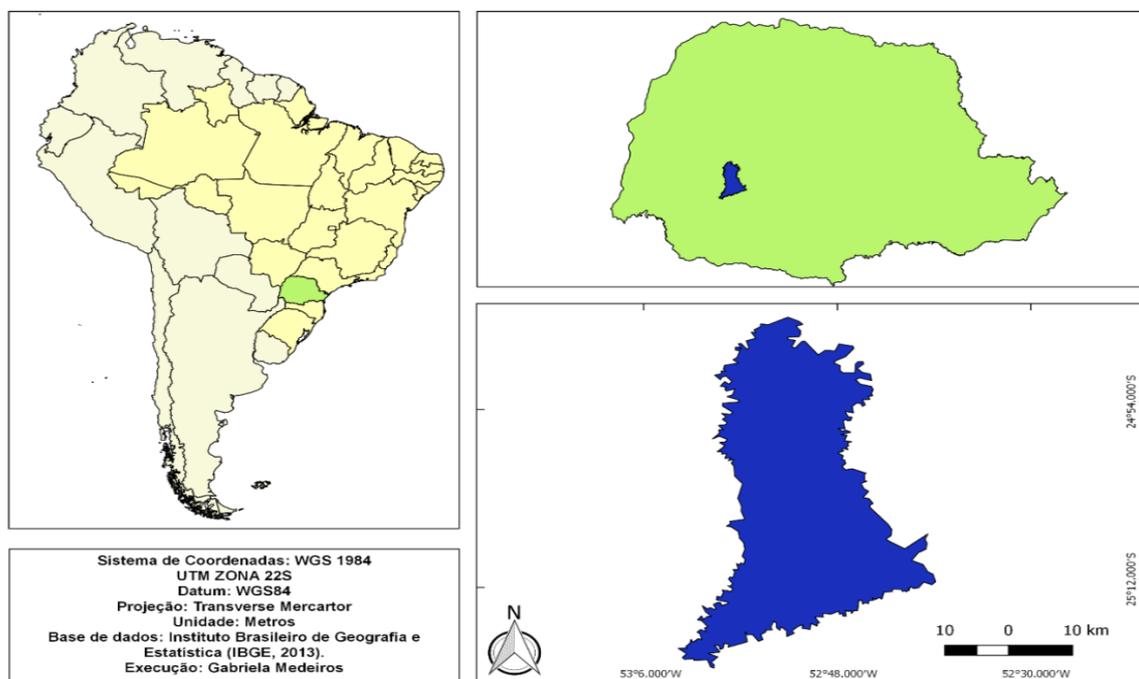
A caracterização quanto à fragilidade ambiental se deu com base nos dados de declividade, textura do solo, tipo de solo, e uso e cobertura do solo utilizado com base na adaptação das metodologias proposta por Ross (1994), Santos et al. (2011) Massa e Ross (2012).

3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

3.1 GUARANIAÇU

Localiza-se na região oeste do Paraná (25°06'03" S; 52°52'41W) (Figura 1), a sua área corresponde a uma unidade territorial de aproximadamente 1.240,063 km² (IPARDES, 2019).

Figura 1. Localização no município de Guaraniaçu pertencente à região oeste do estado do Paraná, sul do Brasil.



FONTE: As autoras (2018).

De acordo com o IBGE (2018) a estimativa de habitantes é de 12.733, sendo que aproximadamente 6.734 residem na área urbana e 5.791 na rural, sua

densidade demográfica é de 10,27 hab/km² (IBGE, 2018, IPARDES, 2018). O município possui um produto interno bruto (PIB) per capita de R\$ 22.676,00, do qual 36% é gerado pelas atividades agropecuárias e agrícolas. Em 2017 a produção de soja foi de 59.100 toneladas (ton), seguida pela de trigo 13.838 ton e o milho 7.000 ton (IPARDES, 2018).

Segundo a classificação de Köppen o clima de Guaraniaçu é Cfa, sendo subtropical úmido e mesotérmico, com verões quentes com tendências de concentrações de chuvas, inverno com geadas poucos frequentes. Com temperaturas médias de 20°C, sendo que podem ser superiores à 22°C e em meses mais frios inferior à 16°C (SEDU, 2006; NITSCHE et al. 2019).

Em relação a vegetação, o estado do Paraná faz parte do bioma Mata Atlântica, assim Guaraniaçu encontra-se na região fitogeográfica de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista, que é caracterizada pela presença da mata de araucárias, destacando-se a *Araucaria angustifolia*, o Pinheiro do Paraná, o qual constitui o dossel superior da floresta, possibilitando um sub-bosque denso (SFB, 2018).

Em relação à hidrografia o município está inserido em uma região com um relevo onde possibilita ser um divisor de águas entre as duas bacias hidrográficas, que ao norte localiza-se a do Piquiri e ao sul do Baixo Iguaçu (SEDU,2006).

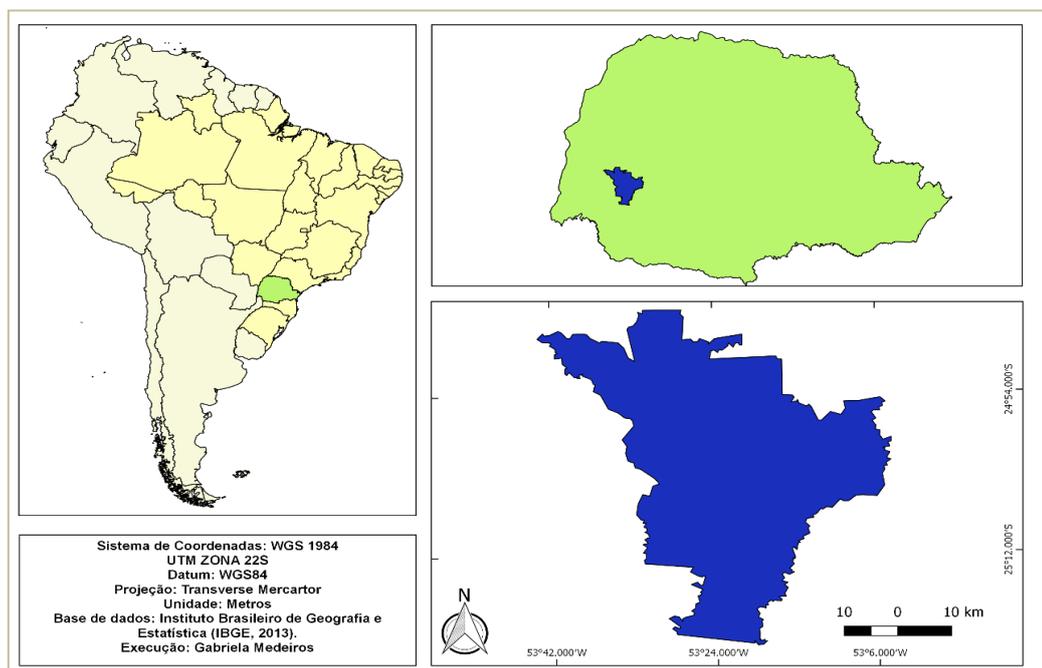
Tendo como principais cursos d'água Bandeira, Barbaquá, Fivela, São Francisco, Feio, Borman, Belarmino, Medeiros, Baú e Guarani (SEDU,2006; SNIRH, 2019). Esses recursos hídricos têm grande importância econômica social, porque além de ser utilizado para abastecimento e irrigação, possuem potencial turístico-ecológico (SEDU, 2006).

O Rio Guarani constitui o limite entre Guaraniaçu e Nova Laranjeiras, deságua no Rio Iguaçu e, portanto, está inserido no Corredor de Biodiversidade Iguaçu-Paraná (SEDU, 2006). O abastecimento do município é por captação superficial do Rio Baú, pertencente a Bacia do Rio Piquiri, a captação também é realizada com água subterrânea extraídas de 2 poços do Aquífero Serra Geral, ambos estão localizados em área rural (SANEPAR, 2018).

3.2CASCAVEL

Localiza-se na região oeste do Paraná (24°57'21" S; 53°27'19"W) (Figura 2), a sua área corresponde à uma unidade territorial de aproximadamente 2.091,041 km² (IPARDES, 2019).

Figura 2. Localização do município de Cascavel pertencente à região oeste do estado do Paraná, sul do Brasil.



FONTE: As autoras (2018).

De acordo com o IBGE (2018) a estimativa é de 286.205 habitantes, sendo que aproximadamente 270.049 residem na área urbana e 16.156 na rural, sua densidade demográfica é de 155,15 hab/km² (IBGE, 2018, IPARDES, 2018). O município possui um produto interno bruto (PIB) per capita de R\$ 34.106,03 no qual 6% é gerado pelas atividades agropecuárias, em 2017 a produção de soja foi de 358.800 toneladas (ton), seguida pela de 358.120 toneladas, 358.120 toneladas de milho e 49.500 de trigo (IPARDES, 2018).

O clima do município segundo a classificação de Köppen é Cfa, temperado, mesotérmico e úmido, com temperatura média anual em torno de 21°C, no qual o máximo anual pode chegar a 27°C e mínimas de 16°C. Uma região que pode haver ocorrências de geadas (NISTCHE, 2019). A área do município está inserida no

bioma Mata Atlântica, que é representada na região pelas formações de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista (SMMA, 2015). No qual as duas fazem transição assim como ocorre no município de Guaraniaçu.

O Parque Ecológico Paulo Gorski é uma das áreas de unidade de conservação do município no qual foi projetado para a conservação das nascentes do Rio Cascavel que realiza o abastecimento da cidade contribuindo com 70% da sua captação. São áreas de conservação e lazer o Parque Ambiental de Cascavel, Parque Danilo José Galafassi, Parque Tarquínio Joslin dos Santos, Parque Vitória, Parque Municipal Salto do Porão – Ponte Molhada (SMMA, 2015).

Em relação à hidrografia o município de Cascavel é divisor de águas de três bacias hidrográficas: a do Rio Piquiri, Rio Iguaçu e Paraná III. É banhado por uma extensa rede de drenagem, na região oeste está presente os rios São Francisco, Rio Lopeí e Rio das Antas. Na região norte na bacia do Rio Piquiri predominam os rios Iguá, Ano Novo, Piquirizinho Tesouro, Sapucaia, Barreiros, Melissa e Boi Piquá. Na região sul na bacia do Rio Iguaçu predominam os rios Cascavel, Tormenta, Andrada, Rio das Flores, Rio do Salto, Arquimedes e São José (COVATTI, 2006; SMMA, 2015).

Um dos principais rios da cidade é o Rio Cascavel que nasce na região do Lago Municipal e grande parte das suas nascentes estão localizadas no perímetro urbano, assim tendo sua fragilidade ambiental aumentada devido ao uso e ocupação do solo que é de natureza urbana e rural.

O abastecimento do município é por captação superficial dos Rios Cascavel, localizado na área urbana e o Peroba, Saltinho que se encontra na área rural; todos pertencente à Bacia do Baixo Iguaçu. A captação também é realizada com água subterrânea extraída de 15 poços com uma profundidade superior a 114 m do Aquífero Serra Geral (SANEPAR, 2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

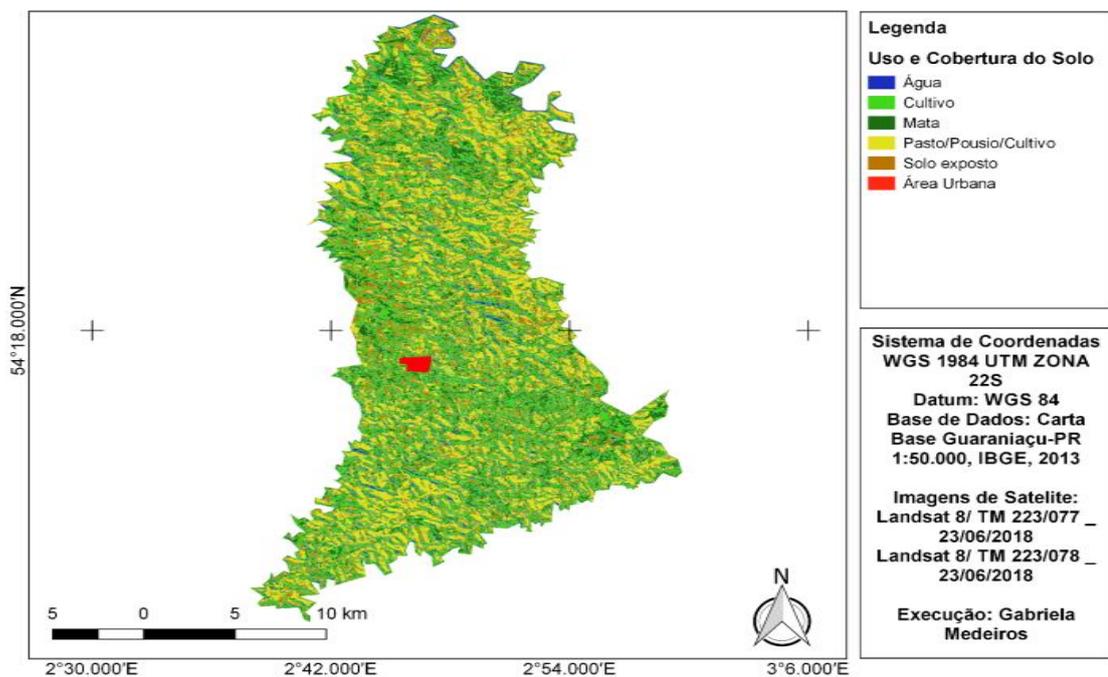
4.1 USO E OCUPAÇÃO DE SOLO

Nas figuras 3 e 4 observamos o uso e ocupação do solo para os municípios de Guaraniaçu e Cascavel.

Segundo dados do IBGE (2017) aproximadamente 112.748 hectares (ha) do

munícipio de Guaraniaçu são destinados às atividades rurais, sendo que 56% (64.018 ha), da sua ocupação e uso do solo é referente ao cultivo de pastagens, 28% (32.075 ha) apresenta as matas destinadas a preservação permanente e reserva legal, 14% (16.404 ha) são dedicadas as lavouras permanentes e temporárias, e 2% (250 ha) são os sistemas agroflorestais. Como podemos observar na figura 3 (Figura 3).

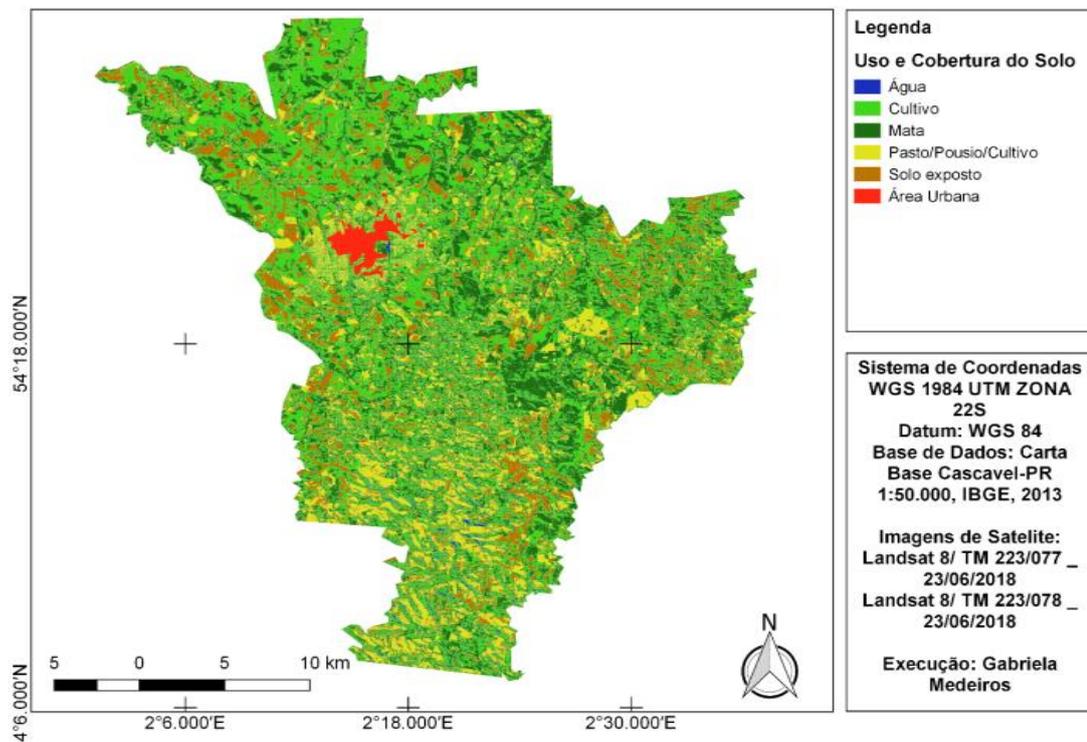
Figura 3. Uso e cobertura do solo do município de Guaraniaçu.



FONTE: As autoras (2018).

O município de Cascavel (Figura 4) possui aproximadamente 176.460 ha destinados às atividades rurais, com base em imagens do Satélite demonstra-se que 57% (99.955 ha) da sua cobertura são referentes ao cultivo de lavouras permanentes e temporárias, 24% (42.528 ha) são destinadas as áreas de mata no qual 32.886 ha são de áreas naturais e destinadas à preservação permanente ou reserva legal, 9.642 ha são florestas plantadas e 598 ha para uso de sistemas florestais, e 17% (29.135 ha) são utilizado para cultivo de pastagem (IBGE, 2017).

Figura 4. Uso e cobertura do solo do município de Cascavel.



FONTE: As autoras (2018).

Assim, nos dois municípios predominam na sua exploração territorial uma economia voltada para as atividades agrícolas e agropecuárias. E com base no uso e ocupação do solo os municípios apresentam fragilidade ambiental alta, na maior parte do seu território, como classificou Souza et al. (2011) e Massa e Ross (2012).

Deste modo, quanto mais exposição do solo, maior a possibilidade de trazer várias consequências, as áreas de pastagens próximas de nascentes podem ocasionar a compactação do solo e a supressão da vegetação nativa ao redor das

nascentes. A lotação excessiva de animais em limites superiores à capacidade de suporte do ecossistema exerce forte pressão sobre o solo, devido ao pisoteio excessivo, provocando a compactação e a desagregação do solo além de diminuição da taxa de infiltração (PARENTE; MAIA, 2011).

Siqueira (2016), em seu estudo demonstrou a vulnerabilidade ambiental dos corpos hídricos pertencentes à bacia do Rio Uberaba interceptados pelas rodovias, no qual sua área apresentou alta vulnerabilidade por predomínio de áreas de pastagens e cultivo.

Assim, as consequências com acidentes perigosos nessas áreas podem ser graves, por exemplo, em caso de acidentes com produtos perigosos no estado líquido, como a gasolina, o escoamento será rápido para o corpo de água, tendo em vista que não tem nenhuma barreira natural para a contenção, até que os órgãos responsáveis são acionados, a presença de vegetação na área poderia ser essa barreira natural.

Além disso, ressalta-se que ambos os municípios possuem uma área de conflito onde se encontra grande parte das nascentes, é também a área onde está instalada a estrutura urbana do município, o que resulta em maior impacto e vulnerabilidade para esses mananciais. Em ambos municípios, o crescimento acelerado colaborou com as ocupações inapropriadas próximas dos mananciais, contribuindo com a alteração do regime hídrico e redução da qualidade da água. Ocasionalmente ocorrem perdas de potencial hídrico em função do desmatamento, sendo também um problema também em áreas rurais (ANDREOLLI et al. 2003).

4.2 DECLIVIDADE

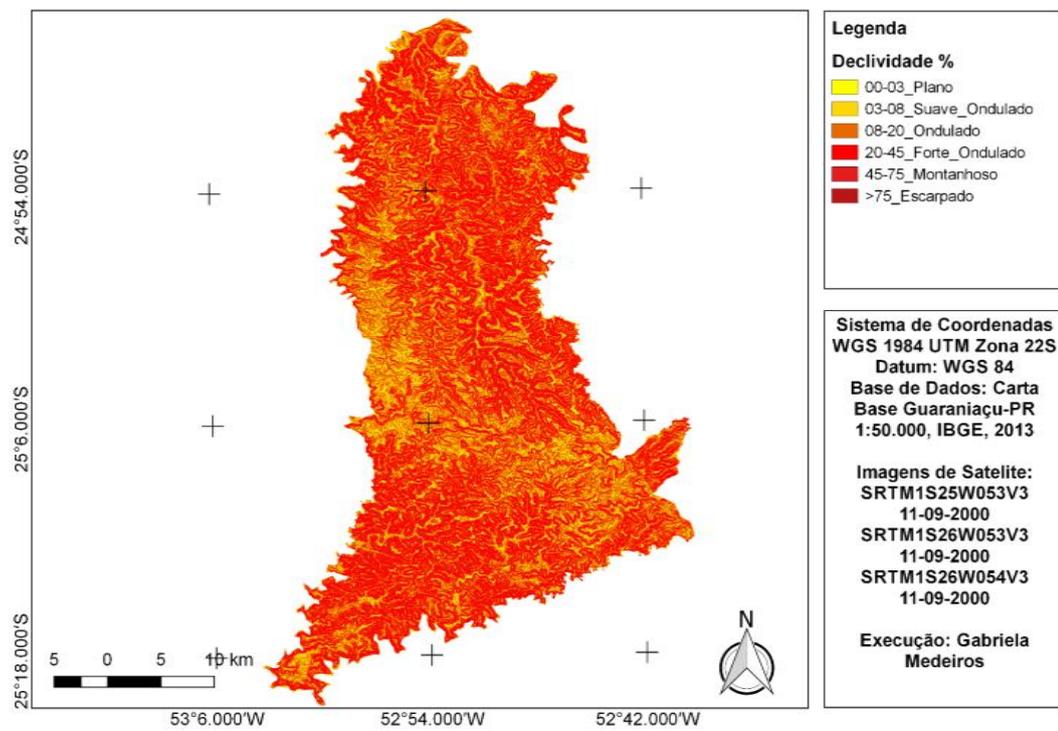
A declividade dos terrenos próximos da bacia hidrográfica tem uma relação importante e complexa com a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo e a contribuição da água subterrânea ao escoamento do curso d'água. Assim sendo, um dos fatores mais importantes que controla o tempo do escoamento superficial e, portanto, quanto maior a declividade, maior a variação das vazões instantâneas (ANA, 2012).

Na figura 4, observa-se que a declividade referente ao município de Guaraniaçu foi predominantemente classificada como forte ondulada (42,9% da área do município).

Na figura 5 apresenta-se a declividade de Cascavel, sendo o relevo classificado como ondulada (45,2% da área do município).

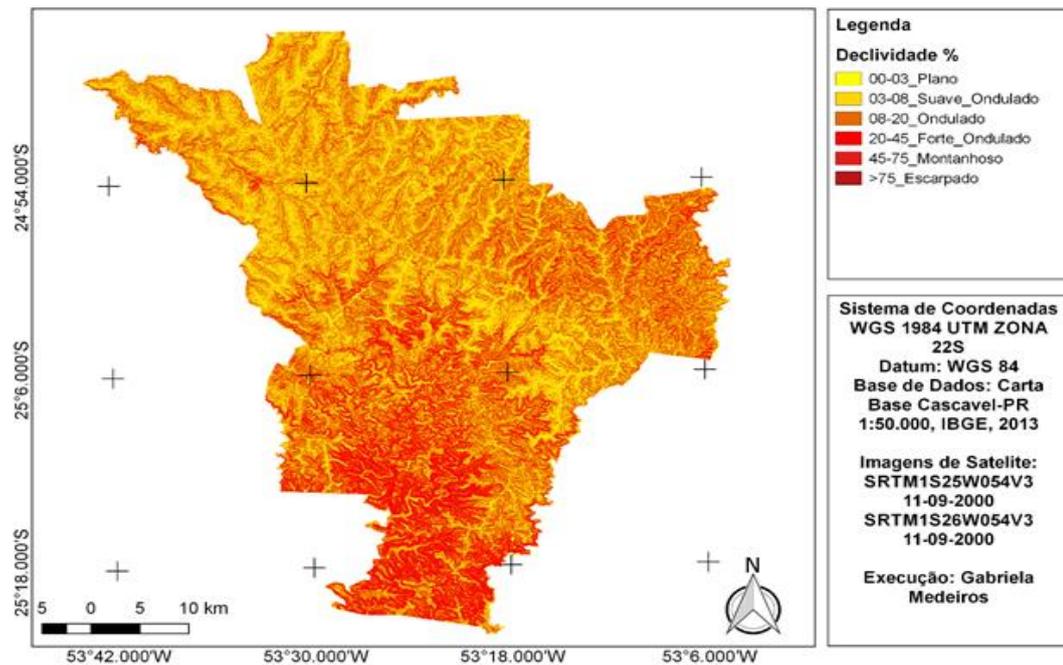
Portanto, considerando a declividade ambos estão enquadrados na categoria de fragilidade como muito alta.

Figura 5. Declividade do município de Guaraniáçu.



FONTE: As autoras (2018).

Figura 6. Declividade do município de Cascavel.



FONTE: As autoras (2018).

Machado et al. (2018) demonstraram em seu estudo sobre vulnerabilidades ambientais dos cursos de águas, próximos da BR-050 de Uberaba e Uberlândia (MG) em relação aos acidentes com produtos perigosos, sugeriu que a declividade seja adotada como cenário de referência para a tomada de decisões sobre a proteção do solo e da água, devido que no estudo os locais de ocorrências dos acidentes de ambiente com declividade elevada apresentou ser áreas fortemente vulneráveis.

Siqueira et al. (2017) evidenciaram em seu estudo um modelo para identificar os setores das rodovias que cruzam a área permanente ambiental a APA de Uberaba, assim demonstrando os danos que os acidentes podem causar na área aos solos, água e ecossistemas das bacias hidrográficas localizadas em áreas rurais.

4.3 HIPSOMETRIA

A hipsometria para os municípios de Cascavel e Guaraniáçu pode ser descrita pelas Figuras 7 e 8, respectivamente. Comparando-se ambas as figuras, nota-se que o município de Guaraniáçu apresenta uma variabilidade maior entre as altitudes apresentadas (de 300 a 1050 m), enquanto que Cascavel apresenta

elevações de 300 a 900 m.

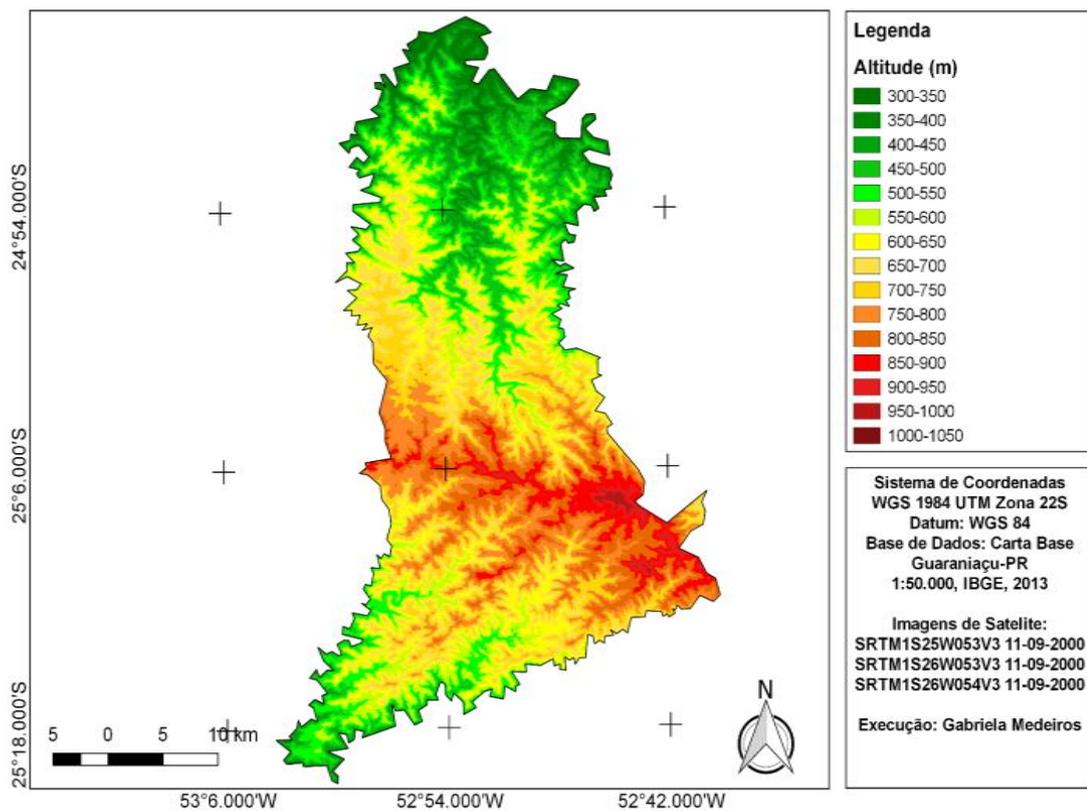
Além disso, percebe-se que Guaraniaçu (Figura 7) apresenta, visivelmente, maiores parcelas de áreas elevadas (600 a 1050 m) do que Cascavel que apresentou maior parcela de sua área nas faixas de 500 a 650 m, denotando grande diferença entre as duas áreas apresentadas.

Ainda, percebe-se através da figura 7 que a região central de Guaraniaçu é a mais elevada, variando em torno de 800 a 1050 m de altitude e compreendendo trechos da BR 277 que cruzam o município, bem como a área urbanizada de Guaraniaçu, que também se localiza na região mais elevada. Assim, apresentando uma fragilidade alta em relação ao transporte de produtos perigosos, visto que o Rio Baú que é o manancial de abastecimento e uma vez que já houve registro de acidentes nesse trecho da BR 277 que corta Guaraniaçu, comprovando a fragilidade e vulnerabilidade ambiental.

Ressalta-se que esse trecho merece atenção especial dos gestores, porque além do ponto de captação de água é área rural. Então, numa ocorrência de um acidente com produto perigoso, nesse ponto, além de trazer danos ambientais como a contaminação do solo e da água, afetará diretamente a população.

Nas regiões mais afastadas, em direção às linhas limítrofes do município, há uma diminuição na altitude observada, variando de 800 a 300 m de altitude, do centro para as divisas.

Figura 7. Hipsometria do município de Guaraniaçu.

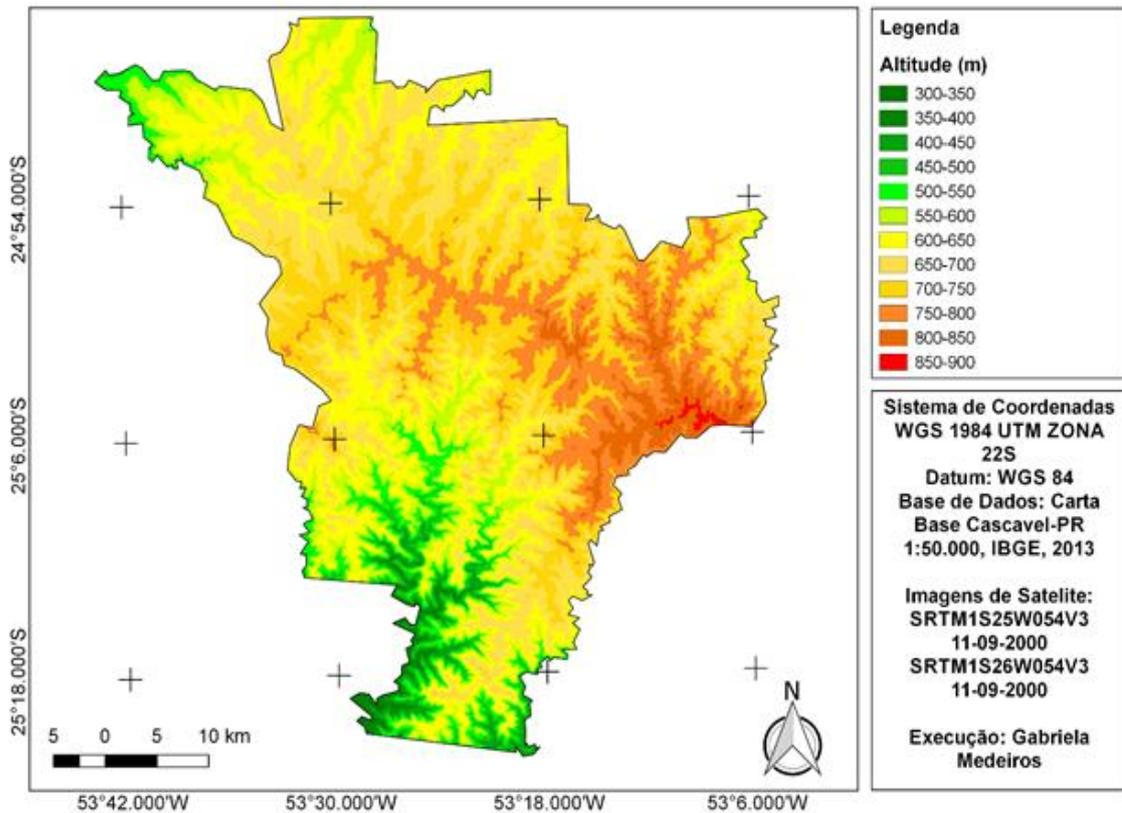


FONTE: As autoras (2018).

Para as altitudes do município de Cascavel, apresentadas na Figura 8, nota-se ainda, além das características já apresentadas, pequenas áreas situadas nas faixas de altitudes mais baixas, de 300 a 500 m. A região urbanizada da cidade apresenta uma variação de altitude de 600 a 800m, a área do município de Cascavel onde se situa a BR 277, ao contrário do que ocorre no trecho em Guaraniaçu, tem uma variação maior de altitude, compreendendo trechos de 600 até 900 m, o que representa uma ampla faixa de variação apresentada no mapa da Figura 8.

No entanto, apesar de que em relação à BR-277 Cascavel apresenta uma fragilidade intermediária, porém é um trecho que demanda atenção pelo intenso fluxo que possui na rodovia, e ter área de nascentes próximas, como também por o trecho da rodovia que passa pelo município ter um dos pontos mais críticos em relação aos acidentes com transporte de produtos perigosos.

Figura 8. Hipsometria do município de Cascavel.

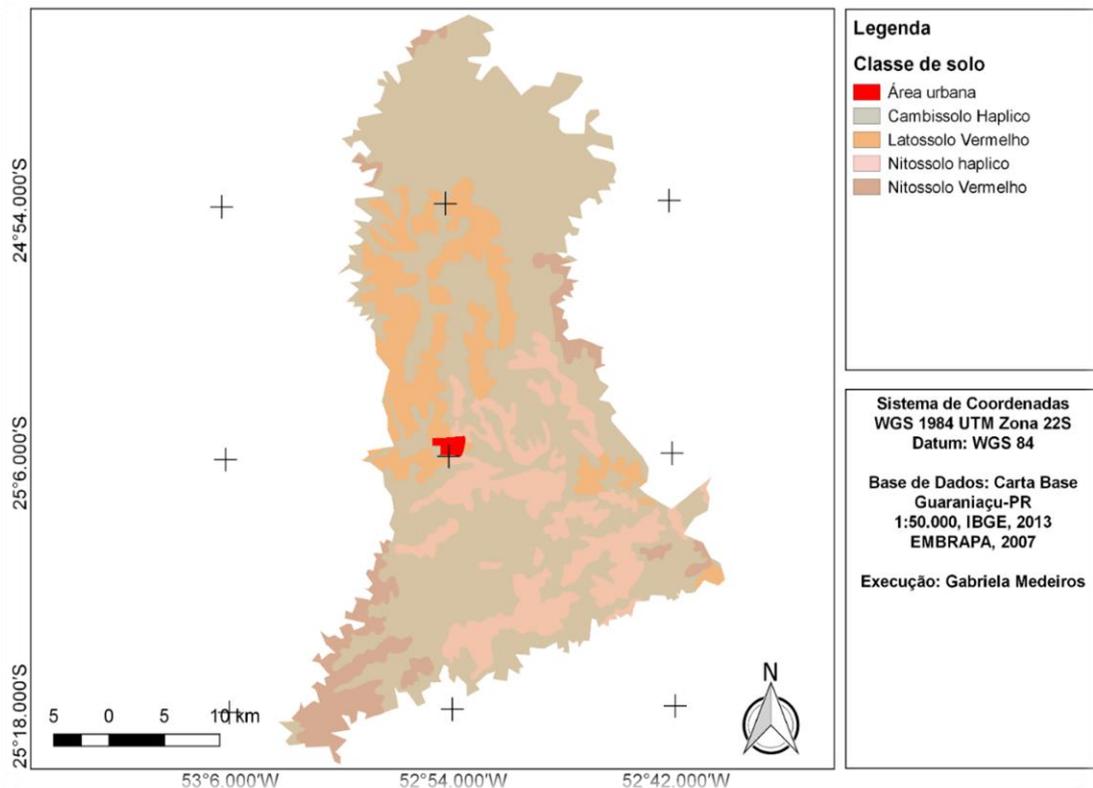


FONTE: As autoras (2018).

4.4 CLASSES DO SOLO

Quanto ao tipo de solo, de acordo com a EMBRAPA (1999), Guaraniaçu (Figura 9) está localizada em uma área mais declivosas, assim a presença do solo de tipo Nitossolo Háplico (profundos, bem drenados, relacionados ao terreno declivoso) e do Cambissolo Háplico (baixa permeabilidade), de acordo com Ross (1994) (quadro 3), esses tipos de solo apresentam vulnerabilidade média (nitossolo) a alta (cambissolo). Portanto, como Guaraniaçu apresenta em tipo de solo maior incidência de cambissolo podemos classificar sua fragilidade alta.

Figura 9. Classe do solo do município de Guaraniãçu.



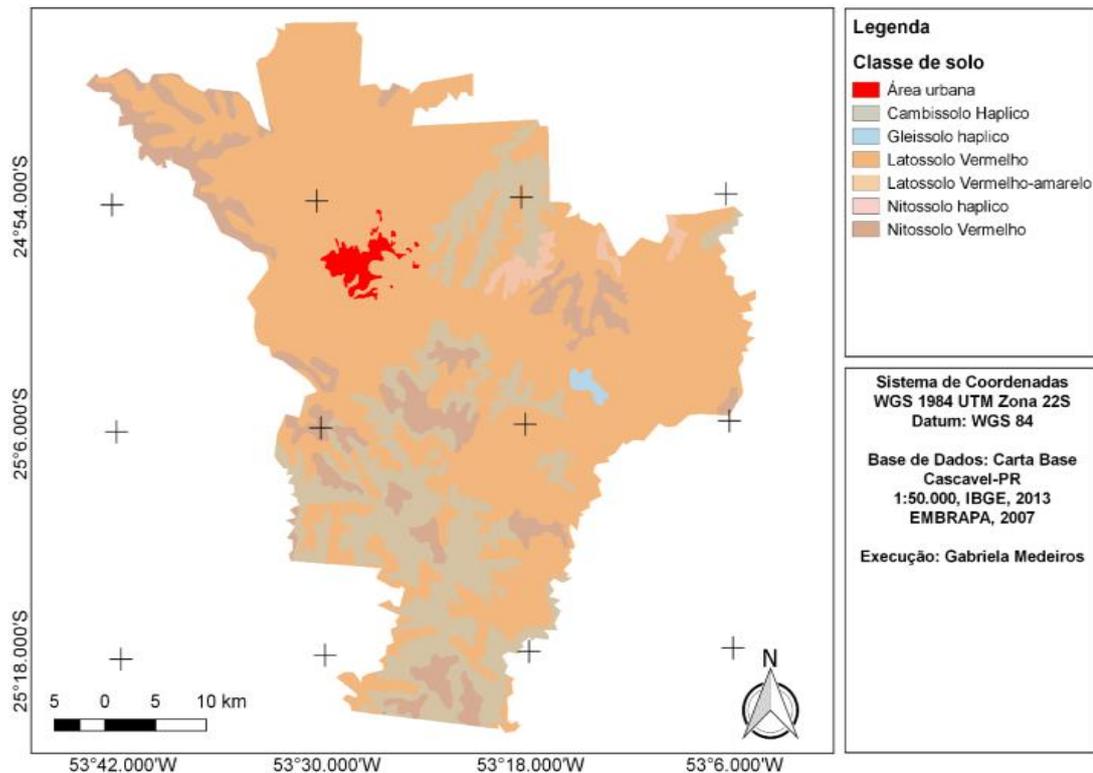
FONTE: As autoras (2018).

O solo de Cascavel (Figura 10) apresenta textura argilosa, e assim predominando pelo tipo Latossolo vermelho em grande parte da área do município, apresentando uma fragilidade ambiental média.

Assim como apresentou Machado et al. (2017), em seu estudo por meio de análise multicritérios que determinou a vulnerabilidade dos recursos hídricos interceptados pela BR-050 (Uberaba-Uberlândia, MG), demonstrando a validade da implantação de uma gestão de riscos para o transporte de produtos perigosos.

Os autores levaram em consideração a densidade de drenagem, inclinação e tipo do solo, distância dos corpos hídricos, uso e ocupação do solo e formações geológicas, assim as áreas que estudaram foram determinadas por cenários, demonstrando vulnerabilidades intermediárias à baixa, no entanto, ao relacionar todas as variáveis à vulnerabilidade ressaltou que na área de influência direta da rodovia, os resultados demonstraram que no caso de acidentes envolvendo substâncias perigosas, o meio ambiente seria imediatamente afetado.

Figura 10. Classe do solo do município de Cascavel.



FONTE: As autoras (2018).

4. CONCLUSÃO

A partir da caracterização ambiental o estudo demonstrou a grande rede hídrica dos municípios de Guaraniaçu e Cascavel. Dessa forma, o presente estudo, visou demonstrar a sensibilidade dos elementos ambientais (hídricos e vegetação, solos) referente a rodovia BR 277. Portanto, é preciso salientar que a fragilidade ambiental não depende somente de apenas uma variável, mas de um conjunto Integração de variáveis no qual inclui de âmbito social, ambiental e econômico, assim para auxiliar o diagnóstico das áreas e as medidas mitigadoras que devem ser adotadas.

O estudo demonstra a necessidade de serem delimitadas áreas de atenção, aquelas que são de importância ambiental, as que possuem nascentes e mananciais de abastecimento para sociedade, bem como, visando a segurança das comunidades que vivem próximas seja na área urbana, rural, ribeirinhas, indígenas, nos planos e protocolos de gestão do transporte rodoviário. Dado o exposto,

gestores públicos e privados devem investir em estudos para o monitoramento e implantação de sistema de gestão de risco.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Fundamentos da Gestão Territorial para Recursos Hídricos e Caracterização de Bacias Hidrográficas**. 2012.

Disponível em:

https://capacitacao.ead.unesp.br/conhecerh/bitstream/ana/100/1/Unidade_1.pdf.

Acesso: 5 mar.2019.

ANDREOLLI, Cleverson Vitorio; OSVALDO, Dalarmi; LARA, Aderlene Ines; RODRIGUES, Eloize Motter; ANDREOLLI, Fabiana de Nadai. Os Mananciais de Abastecimento do Sistema Integrado da Região Metropolitana de Curitiba, RMC. **Sanare - Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba, v.12, n.12, 1999.

ANDREOLLI, Cleverson Vitorio, **Mananciais de abastecimento: Planejamento e gestão, estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Sanepar, Finep, 2003.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (SANEPAR). **Relatório Anual da Qualidade da Água 2017 – Sistema de Abastecimento de Cascavel**. 2018.

Disponível em: <http://relatorioqualidadeagua.sanepar.com.br/2017/016.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2019.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (SANEPAR). **Relatório Anual da Qualidade da Água 2017 – Sistema de Abastecimento de Guaraniaçu**. 2018.

Disponível em: <http://relatorioqualidadeagua.sanepar.com.br/2017/112.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2019.

COVATTI, Joane Aura Covatti. **Caracterização Quali-quantitativa da Água do Rio Cascavel**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Engenharia de Recursos Hídrico e Meio Ambiente, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/2891>. Acesso em: 21 nov. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999.

FRANCO, Gustavo Barreto; BETIM, Luiza Silva; MARQUES, Eduardo Antonio Gomes; GOMES, Ronaldo Lima; CHAGAS, César da Silva. Relação qualidade da água e fragilidade ambiental da Bacia do Rio Almada, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.42. p.114-127, 2012.

FREITAS, Maria Isabel Castreghini; CUNHA, Lúcio. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 5, n.1, p.15-31, jun. 2013.

FIGUEIREDO, Maria Cléa Brito; VIERA, Vicente; MOTA, SUETÔNIO; ROSA, Morsyleide de Freitas; MIRANDA, Samuel. Análise da vulnerabilidade ambiental. **Embrapa Agroindústria Tropical: Fortaleza**, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário Resultados Preliminares – Município Cascavel**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/cascavel/pesquisa/24/76693>. Acesso em 1 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário Resultados Preliminares – Município Guaraniaçu**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guaraniacu/pesquisa/24/76693>. Acesso em 1 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População do Município de Cascavel 2018**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/cascavel/panorama>. Acesso:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População do Município de Guaraniaçu 2018**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guaraniacu/panorama>. Acesso em 16 nov. 2018.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Caderno Estatístico Município de Guaraniaçu**. 2018. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85400&btOk=o> Acesso em 14 nov. 2018.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Perfil Avançado do Município de Cascavel 2018**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=164&btOk=ok. Acesso em 1 mar. 2019.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Perfil Avançado do Município de Guaraniaçu 2018**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=106&btOk=o Acesso em 14 nov. 2018.

JÚNIOR, José Fernando Pinese; RODRIGUES, Silvio Carlos. O Método de Análise Hierárquica – AHP – como auxílio na determinação da vulnerabilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade (MG). **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, v. 23, p.4-26, jul.2012.

MASSA, Eric Macedo.; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo – SP. **Revista Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, v. 24, p. 57-79, 2012.

MACHADO, Emerson Ribeiro; JÚNIOR, Renato Farias do Valle; FERNANDES, Luis Felipe Sanches; PACHECO, Fernando António Leal. The vulnerability of the environment to spills of dangerous substances on highway: A diagnosis based on multi criteria modeling. **Transportation Research Part D: Transport and Environmet**, v.62, p.748-759, jul. 2017.

MACHADO, Emerson Ribeiro; JÚNIOR, Renato Farias do Valle.; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; SIQUEIRA, Hygor Evangelista; FERNANDES, Luís Filipe Sanches; PACHECO, Fernando António Leal. Diagnosis on Transport Risk Based on a Combined Assesment of Road Accidentes and Watershed Vulnerability to Spills of

Hazardous Substances. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Suíça, v. 15, p. 1-14, set. 2018.

MARTÍNEZ-ALEGRÍA, Roberto; ORDÓÑEZ, C.; TABOADA, Javier. A Conceptual Model for Analyzing the Risks Involved in the Transportation of Hazardous Goods: Implementation in a Geographic Information System. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v.9 n.3, 857-873, 2003.

MELO, O. A.G.; SANTOS, M.L. Análise Comparativa da Vulnerabilidade Ambiental potencial ou Emergente da Bacia Hidrográfica do Rio Baiano – Assis Chateaubriand/PR. **Boletim Geografia**, Maringá, v.36, n.3 p. 18-27, 2018.

MOTA, Lydia Helena Silva Oliveira; VALLADARES, Gustavo Souza. Vulnerabilidade á degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n.1, p.39-50, jan/mar 2011.

NASCIMENTO, Normanda Santos; VIERA, Eliane Maria; GONÇALVES, José Augusto Costa; CUNHA, Giselle de Paula Queiroz. Estudo da vulnerabilidade ambiental em uma micro-bacia hidrográfica empregando hierarquia nominal e operador local. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.9, n.3 p.897-916, mai. 2016.

NITSCHKE, Pablo Ricardo; CARAMORI, Paulo Henrique; RICCE, Wilian da Silva; PINTO, Larissa Fernandes Dias. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. Disponível em: <http://www.iapar.br/pagina-677.html> 25/02/201. Acesso em: 1 mar.2019.

PARENTE, Henrique Nunes; MAIA, Michelle Oliveira. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadina, v. 5, n.3. p. 1-13, set/abr. 2011.

PEDRO, Fábio Giardini, COSTA, Diógenes Cortijo. Vulnerabilidade e Gravidade ambiental devido a acidentes com transporte rodoviários de combustíveis no município de Campinas – SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo, v.4, n.61, p. 301-320, 2009.

RODRIGUES, Aline Sueli Lima; MALAFAIA, Guilherme; CASTRO, Paulo Tarso Amorim. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 3, n. 3, p.143-155, 31 dez. 2008.

ROGER, Peter; LLAMAS, Ramón; CORTINA, Luis Martinez. Significance of the silent revolution of intensive groundwater use in world water policy. **In: Water Crisis: myth or reality**. London: Taylor & Francis, 2006.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise Empírica Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p.63-73, nov.1994.

SANTOS, Jader Oliveira; SOUZA, Marcos José Nogueira. Abordagem Geoambiental Aplicada a Análise da Vulnerabilidade e dos Riscos em Ambientes Urbanos. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 34, n.2, p.215-232, set. 2014.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro; OKA-FIORI, Chisato; CANALLI, Naldy Emerson; FIORI, Alberto Pio; SILVEIRA, Claudinei Taborda; SILVA, Julio Manoel França.

Mapeamento da Vulnerabilidade Geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira Geociências**, São Paulo, v. 37, n.4, p.810-820, dez. 2007.

SANTOS, Rozely Ferreira. **Vulnerabilidade Ambiental desastres naturais ou fenômenos induzidos**. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2007. Disponível em: <https://fld.com.br/uploads/documentos/pdf/Vulnerabilidade_Ambiental_Desastres_Naturais_ou_Fenomenos_Induzidos.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO (SEDU). **Plano Diretor do Município de Guaraniaçu – Volume I**. Disponível em: <http://www.guaraniacu.pr.gov.br/a-cidade/plano-diretormunicipal/category/18-volume-01.html>. Acesso em: 18 fev. 2019.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (SMMA). **Plano Municipal de Arborização Urbana de Cascavel**. 2015. Disponível em: <https://cascavel.atende.net/atende.php?rot=1&aca=119&ajax=t&processo=viewFile&ajaxPrevent=1522095423170&file=k5j9og2uzwqovef1ccnuvzyxqnsr0rhive64667l&sis tema=WPO&classe=UploadMidia>. Acesso em: 15 fev. 2019.

SIQUEIRA, Hygor Evangelista. **Vulnerabilidade ambiental dos recursos hídricos interceptados por rodovias na bacia do rio Uberaba**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

SIQUEIRA, Hygor Evangelista; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; VALLE JÚNIOR, Renato Farias; FERNANDES, Luis Filipe Sanches; PACHECO, Fernando Antônio Leal. A multicriteria analog model for assesing the vulnerability of rural catchments to road spills of hazardous substances. **Environmental Impact Assesment Review**. v.64, p.26-36, mai. 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH). **Situação de Abastecimento Urbano de Água - Guaraniaçu**. 2019. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=75fb6a664f5d458bb9a504964e95d1fd>. Acesso em: 01 fev. 2019.

SOUZA, Michel Madureira; COSTA, Luiz Hermes; CARVALHO, Daniela Antônia Soares. Utilização de Ferramentas de Geoprocessamento para mapear as fragilidades ambientais na área de influência direta da UHE DE Belo Monte, no estado do Pará. **Espaço Rural**, n. 25, jul. 2011.

TINOCO, Maria Auxiliadora Cannarozzo; NODARI, Christine Tessele; PEREIRA, Kimberlyn Rosa da Silva. Vulnerabilidade ambiental, social e viária em acidentes com transporte de produtos perigosos: estudo de caso na BR 101 entre Osório e Torres, Rio Grande do Sul. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 32 n.9, p. 1-13, set. 2016.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos Hídricos no Brasil: problemas, desafios, e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 2014.

APÊNDICE I - Classificação ONU dos riscos dos Produtos Perigosos

Classificação	Subclasse	Definições
Classe 1	1	Explosivos
	1.1	Substância e artigos com risco de explosão em massa.
	1.2	Substância e artigos com risco de projeção, mas sem risco de explosão em massa.
	1.3	Substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão ou de projeção, ou ambos, mas sem risco de explosão em massa.
	1.4	Substância e artigos que não apresentam risco significativo.
	1.5	Substâncias muito insensíveis, com risco de explosão em massa;
	1.6	Artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa.
Classe 2	2	Gases
	2.1	Gases inflamáveis
	2.2	Gases não-inflamáveis, não tóxicos.
	2.3	Gases tóxicos
Classe 3	3	Líquidos inflamáveis: Substâncias que em contato com a água, emitem gases inflamáveis.
Classe 4	4	Sólidos Inflamáveis; Substâncias sujeitas à combustão espontânea; substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis
	4.1	Sólidos inflamáveis: substâncias auto-reagentes e explosivos sólidos insensibilizados.
	4.2	Substâncias inflamáveis, sujeitas à combustão espontânea.
	4.3	Substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis:
Classe 5	5	Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos
	5.1	Substâncias oxidantes
	5.2	Peróxidos orgânicos.
Classe 6	6	Substâncias tóxicas e Substâncias Infectantes.
	6.1	Substâncias tóxicas (venenosas).
	6.2	Substâncias infectantes.
Classe 7	7	Material Radioativo: qualquer material ou substância que contenha radionuclídeos.
Classe 8	8	Substâncias corrosivas.
Classe 9	9	Substâncias e Artigos perigosos diversos

FONTE: ABIQUIM (2002).

APÊNDICE II - Classes de uso e cobertura do solo

Classes	Tipos de uso e cobertura de solo	Fragilidade
1	Vegetação Nativa	Muito baixa
2	Associação de vegetação e influências	Baixa
3	Associação de vegetação secundária com cultivada	Media
4	Culturas de ciclo longo ou pastagem	Alta
5	Área urbana, extração mineral, estruturas associadas	Muito alta

FONTE: Adaptado de SOUZA et al. (2011); MASSA E ROSS (2012).

APÊNDICE III - Hierarquia de Fragilidades para Declividade

Classes	Declividade	Fragilidade
1	até 6%	Muito baixa
2	de 6 a 12%	Baixa
3	de 12 a 30%	Intermediária
4	de 20 a 30%	Alta
5	Acima de 30%	Muito alta

FONTE: Adaptado de SOUZA et al. (2011); MASSA E ROSS (2012).

APÊNDICE IV - Hierarquia de fragilidade para classes de solo

Classes	Hierarquia de vulnerabilidade	Classes de solo
1	Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo vermelho escuro e amarelo, textura argilosa.
2	Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo textura média/argilosa
3	Média	Latossolo Vermelho Amarelo, Nitossolo, Argissolos Vermelho Amarelo, textura média argilosa.
4	Alta	Argissolos, Vermelho Amarelo, textura média/arenosa, Cambissolos
5	Muito alta	Argissolos com Cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas

FONTE: Adaptado de ROSS (1994); MASSA E ROSS (2012).