

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

JADIANE PAOLA CAVALER

**ANÁLISE MULTITEMPORAL E FRAGILIDADE AMBIENTAL DA
CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU - PR.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2017

JADIANE PAOLA CAVALER

**ANÁLISE MULTITEMPORAL E FRAGILIDADE AMBIENTAL DA
CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU - PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Sandro da Rocha

Co-orientador: Prof. Dr. Vanderlei Leopold Magalhães

MEDIANEIRA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental



ANÁLISE MULTITEMPORAL E FRAGILIDADE AMBIENTAL DA CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU - PR.

Por

JADIANE PAOLA CAVALER

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 14:00h do dia 30 de novembro de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Anderson Sandro da Rocha
Orientador

Prof. Dr. Vanderlei Leopold Magalhães
Co-orientador

Prof^a. Dr^a. Larissa de Bortolli Chiamolera
Sabbi

Membro Titular

Prof^a. Dr^a. Fabiana Costa de Araujo
Schutz

Membro Titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida a quem tenho tanta devoção e fé, por terem me permitido chegar até aqui, iluminando meus passos, dando serenidade e sabedoria para enfrentar os desafios que surgiram pelo caminho.

A minha família, meus pais, Joercio e Genice e minha irmã, Giovanna pelo apoio, paciência, e apesar de todas as dificuldades que tiveram, incentivaram e acreditaram em mim, são a minha maior riqueza, sem eles eu não conseguiria.

Ao Felipe, meu namorado, amigo, parceiro que se fez presente nesses últimos meses me apoiando, e incentivando nos momentos de dificuldade que apareceram, obrigada meu amor.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Anderson Sandro da Rocha por todos os conhecimentos compartilhados, pela paciência, incentivo, dedicação e pela amizade desses anos de graduação e projetos desenvolvidos.

Ao meu Coorientador Professor Dr. Vanderlei Leopold Magalhães pelo apoio e ajuda na realização deste trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia Ambiental da UTFPR Campus Medianeira que contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

Meus colegas, Cristina Enokida e Ricardo Trudes, que compartilharam comigo inúmeros momentos desde o início desses cinco anos de graduação, muito obrigado pela amizade, cumplicidade e por todas as lembranças boas que teremos dessa etapa tão importante de nossas vidas.

Aos demais colegas Ana Caroline Royer, Bruna Capra, Flávia Manente, Leonardo Delgado, Juliana Akemi pela amizade e cumplicidade nesses dois últimos anos de curso, estarão para sempre guardados em meu coração.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho,
Muito obrigada.

RESUMO

CAVALER, Jadiane Paola. **Análise Multitemporal e FRAGILIDADE ambiental dA CIDADE de Foz do Iguaçu - Pr.** 2017. Xf. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O processo de expansão urbana acelerada e sem um planejamento ambiental, vem causando danos adversos ao meio ambiente e a sociedade. Visando contribuir com a minimização e controle dos problemas ambientais ocorridos no espaço urbano, diversas pesquisas têm se utilizado de mapeamentos multitemporais e de fragilidade ambiental como instrumentos de análise e monitoramento. Considerando a importância destes mapeamentos, o presente trabalho buscou avaliar o comportamento da urbanização consolidada e da expansão urbana a partir de estudos multitemporais dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2016. A pesquisa também possibilitou mapear as fragilidades potenciais da área urbana e periurbana da cidade de Foz do Iguaçu - PR. Para obter o mapeamento de fragilidade ambiental, foram elaborados os mapas temáticos de solo, declividade, hipsometria e uso e cobertura da terra, utilizando-se do software QGIS. As análises multitemporais resultaram na avaliação do aumento progressivo de urbanização consolidada e das áreas de expansão, onde no ano de 1985, o município contava com uma área consolidada de aproximadamente 21 mil metros quadrados, e em 2016, de 64 mil metros quadrados. O estudo da fragilidade permitiu identificar que as áreas de alta fragilidade ambiental se encontram às margens do rio Paraná, onde há a predominância de declividades altas associadas a Argissolos e Neossolos. A partir dos levantamentos de fragilidade potencial, foi possível mapear as áreas de alta, média e baixa restrição à expansão da área urbana. Esses estudos resultaram em uma nova proposta de expansão a urbanização, localizadas em áreas de baixa e média restrição e próximas ao centro consolidado, totalizando uma área de 26,2 mil metros quadrados.

Palavras Chave: Áreas de Risco, Urbanização, Planejamento Ambiental.

ABSTRACT

CAVALER, Jadiane Paola. **Multitemporal Analysis And Environmental Fragility of the City of Foz Do Iguaçu - Pr.** 2017. Xf. Course Completion Work (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Medianeira, 2017

The process of urban expansion accelerated and without an environmental planning, has been causing adverse damages to the environment and society. Aiming to contribute to the minimization and control of environmental problems occurring in urban space, several researches have used multitemporal mappings and environmental fragility as instruments of analysis and monitoring. Considering the importance of these mappings, the present work sought to evaluate the behavior of consolidated urbanization and urban expansion based on multitemporal studies of the years 1985, 1994, 2004 and 2016. The research also made it possible to map the potential fragilities of the urban and periurban area of city of Foz do Iguaçu - PR. To obtain the mapping of environmental fragility, thematic maps of soil, slope, hypsometry and land use and cover were elaborated using the QGIS software. The multitemporal analyzes resulted in the evaluation of the progressive increase of consolidated urbanization and expansion areas, where in 1985 the municipality had a consolidated area of approximately 21 thousand square meters and in 2016, of 64 thousand square meters. The study of the fragility allowed to identify that the areas of high environmental fragility are on the banks of the Paraná River, where there is a predominance of high slopes associated with Argissolos and Neosols. From the surveys of potential fragility, it was possible to map the areas of high, medium and low restriction to the expansion of the urban area. These studies resulted in a new proposal to expand urbanization, located in areas of low and medium restriction and close to the consolidated center, totaling an area of 26.2 thousand square meters.

Keywords: Areas of Risk, Urbanization, Environmental Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização da cidade de Foz do Iguaçu.....	21
Figura 2 – Mapa Hipsométrico do perímetro Foz do Iguaçu.....	22
Figura 3 – Limite delimitado para estudo, incluindo a área urbana e periurbana da cidade de Foz do Iguaçu.....	24
Figura 4 - Mapa de uso urbano do ano de 1985 na cidade de Foz do Iguaçu.....	29
Figura 5 - Mapa de uso urbano do ano de 1994 na cidade de Foz do Iguaçu.....	30
Figura 6 - Mapa de uso urbano do ano de 2004 na cidade de Foz do Iguaçu.....	31
Figura 7 - Mapa de uso urbano do ano de 2016 na cidade de Foz do Iguaçu.....	32
Figura 8 – Mapa de solos da área urbana e periurbana da cidade de Foz do Iguaçu.....	33
Figura 9 – Mapa de Declividade da área urbana e periurbana da cidade de Foz do Iguaçu	35
Figura 10 – Mapa de Fragilidade Ambiental do Perímetro urbano de Foz do Iguaçu.....	36
Figura 11 – Mapa de baixa, média e alta restrição a expansão da urbanização do perímetro urbano de Foz do Iguaçu.....	41
Figura 12 – Proposta de expansão para o perímetro urbano do município de Foz do Iguaçu	42

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Área de baixa fragilidade ambiental no centro do município, nas proximidades do Córrego Boicy.....	37
Fotografia 2 – Área de média fragilidade ambiental, nas proximidades do Rio Matias Almada, na região Nordeste do município.....	38
Fotografia 3 – Área de média fragilidade ambiental, nas proximidades do Rio Matias Almada, região Nordeste do município.....	39
Fotografia 4 – Área de alta fragilidade ambiental por conter ocorrência de Argissolos, Neossolos e declividades altas, nas proximidades da ponte da Amizade, fronteira entre Brasil e Paraguai.....	40
Fotografia 5 – Horizontes de solo visível nas proximidades da ponte da Amizade.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de fragilidade associados com a Declividade (Adaptado de ROSS, 1994)	26
Tabela 2 - Níveis de Fragilidade associados com a estabilidade do solo (Adaptado de ROSS, 1994)	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVOS GERAIS	12
2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 URBANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO	13
3.2 ZONEAMENTO AMBIENTAL E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO COMO METODOLOGIA DE ANÁLISE	15
3.3 MAPEAMENTOS GEOTÉCNICOS E ZONEAMENTO URBANO	16
3.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADAS A ANÁLISE AMBIENTAL	17
3.5 ANÁLISE MULTITEMPORAL	19
4. METODOLOGIA	21
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
4.2 COLETA DE DADOS	23
4.3 ELABORAÇÃO DE MAPAS MULTITEMPORAIS	24
4.4 ELABORAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS	25
4.4.1 MAPA DE DECLIVIDADE E HIPSOMETRIA	25
4.4.2 MAPA PEDOLÓGICO	26
4.5 ELABORAÇÃO DO MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL	27
4.6 AVALIAÇÃO IN LOCO	28
4.7 ELABORAÇÃO DO MAPA DE EXPANSÃO A URBANIZAÇÃO	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 ANÁLISE MULTITEMPORAL	29
5.2 MAPEAMENTO PEDOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO	33
5.3 MAPEAMENTO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL E AVALIAÇÃO IN LOCO	36
5.4 PROPOSTA DE NOVO ZONEAMENTO PARA A EXPANSÃO URBANA DE FOZ DO IGUAÇU	41
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica e o avanço econômico dos últimos tempos propiciaram um desenvolvimento acelerado da expansão urbana. Tal crescimento não teve a devida atenção merecida pelo homem, o que acarretou em diversos problemas ambientais e sociais relacionados a falta de planejamento urbano. Dentre os danos causados por esta falta de planejamento, encontram-se o uso e ocupação inadequados de áreas de alta fragilidade e a carência de saneamento básico que estão dentre os principais responsáveis de problemas socioambientais nas cidades.

Nesse contexto, os estudos de mapeamento de áreas de risco apresentam-se como alternativa eficiente de controle dos problemas ambientais juntamente com a análise multitemporal e o mapeamento geotécnico, permitindo a realização de pesquisas e recomendações de mitigação dos impactos ambientais causados pela ausência de planejamento urbano adequado.

As análises multitemporais permitem um estudo histórico do local, podendo ser avaliado os impactos causados neste ambiente e as modificações ao qual essa área foi resignada, durante determinado período de tempo. Os mapeamentos geotécnicos possuem o diferencial de identificar possibilidades naturais de desastres ambientais, tanto o uso e ocupação de atividades antrópicas urbanas e rurais, permitindo com que alternativas de remediação sejam estabelecidas e que estas sejam eficientes.

Os mapas temáticos, tais como os de solo, de declividade e de uso do solo possibilitam o monitoramento e avaliação de áreas que tendem a ter característica de risco (locais que possuem índice alto de fragilidade ambiental, oferecendo risco a vida da população que habita tal região), onde estes mapeamentos servem como suporte e auxílio para escolha das práticas de recuperação.

As técnicas de geoprocessamento surgem com objetivo de uma análise conjunta de dados, obtendo informações precisas, que possibilitem pesquisas em áreas distintas de conhecimento, onde a partir de imagens de satélite podem ser retiradas tais informações para estes estudos, além de possibilitar a análise do desenvolvimento de determinado ambiente em um período de tempo estabelecido.

Considerando a importância do estudo e mapeamento das áreas de risco que vem ocorrendo nas principais cidades do Oeste do Paraná, o presente trabalho tem o intuito de contribuir com um planejamento do município de Foz do Iguaçu, visando prevenir impactos em ambientes de maior fragilidade ambiental através da elaboração de mapeamento de áreas de risco do município. Nesse trabalho busca-se também acompanhar a evolução da expansão urbana por meio da análise multitemporal dos anos de 1984, 1994, 2004, 2016.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a análise multitemporal e o mapeamento das áreas de risco ambiental da cidade de Foz do Iguaçu - PR.

2.2.1 Objetivos Específicos

- Analisar a evolução da expansão urbana da cidade de Foz do Iguaçu por meio da realização do mapeamento multitemporal dos anos de 1985,1994,2004 e 2016;
- Elaborar os mapas temáticos: Pedológicos, Geomorfológicos e de Uso e Cobertura do solo de Foz do Iguaçu, visando gerar o Mapa de Fragilidade Ambiental do Município de Foz do Iguaçu;
- Propor áreas de expansão a urbanização a partir do mapa de fragilidade ambiental da cidade de Foz do Iguaçu.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 URBANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO

O avanço da tecnologia, da economia e da ciência contribuiu de forma decisiva com o aumento do processo de urbanização e da exploração dos recursos naturais. Assim, cada vez mais se faz necessário propor e implementar meios para a realização do planejamento físico territorial que não tenha como foco apenas o nível socioeconômico, mas também as potencialidades e fragilidades de áreas ambientais que possuem ou já possuíram intervenções antrópicas (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2005).

Analisando pelo contexto da exploração acelerada desses recursos pode-se visualizar a importância de se ter o planejamento territorial com foco ambiental, considerando dentre todas as áreas, as que também já sofreram intervenções antrópicas. Com a finalidade de determinar as potencialidades dos recursos naturais, é de fundamental importância que sejam avaliados os componentes naturais (solos, relevo, geologia, clima, água), onde tal análise deve ser feita de maneira integrada, considerando as atividades antrópicas que modificaram o ambiente e fazem parte deste (ROCHA; CUNHA; MARTINS, 2013).

Conforme Vieira; Kurkdjian (1993), a ocupação de áreas urbanas que possuem riscos estão se tornando processos cada vez mais comuns, apresentando um quadro dramático de integração entre o ambiente e a ação humana, já que não são realizados estudos considerando o meio físico, ocasionando graves danos não apenas ao meio, mas também à qualidade de vida das pessoas pertencentes a este.

O modelo de mercado imobiliário brasileiro caracteriza-se por apropriar-se das melhores áreas de ocupação das cidades e por não destinar espaços adequados para a realização de moradias populares, a população de menor poder aquisitivo não tem outra opção a não ser buscar locais alternativos de moradia ocupando áreas ambientalmente frágeis, tais como margens de rios e mangues, encostas íngremes. Há ainda os fatores que agravam mais a situação, tais como casas palafitas, a

ausência de redes de coleta de esgoto, tornando o ambiente ainda mais vulnerável e passível a catástrofes ambientais (GUERRA, 2011).

Barbosa; Nascimento Júnior (2009), acrescentam que fatores como a migração, a industrialização e o êxodo rural motivam o crescimento das cidades de maneira muito rápida, onde a população acaba sem alternativas de condições adequadas de moradias, ocupando áreas que não possuem o mínimo de infraestrutura para receber habitações, tais como ambientes degradados e em situações de elevada precariedade, áreas que deveriam ser de proteção ambiental permanente, entre outras.

De acordo com Ugeda Júnior; Amorim (2010), é necessário considerar as questões ambientais na tomada de decisões relacionadas ao planejamento urbano, visando ações voltadas a preservação ambiental, pois é mais fácil evitar os impactos causados pela urbanização do que buscar práticas para a mitigação destes posteriormente.

A falta de investimentos em infraestrutura também pode ser considerada um fator relevante para o aumento dos desequilíbrios no meio ambiente, ocorrendo a destruição dos ambientes urbanos, piora nos problemas ecológicos, tais como áreas de mananciais, disposição de resíduos, condições de moradia inadequadas (locais e condições insalubres). O desenvolvimento tecnológico e científico fez com que grande parte da sociedade ficasse a mercê do processo de desenvolvimento urbano, onde é necessário que sejam criadas medidas de políticas públicas para a elaboração de ações que afetem de forma positiva a população que está mais vulnerável a esses quadros (BARBOSA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2009).

Os impactos causados pela urbanização, implementação de atividades poluidoras e mau uso do solo alteram toda a fauna e flora dos ecossistemas, transformando as cidades em organismos de gerenciamento complexo. Os danos ainda são maiores quando há a ocupação urbana em condições irregulares (SILVA; RIBEIRO, 2010).

A utilização dos estudos geomorfológicos pode auxiliar quando aplicados em problemas urbanos, prevenindo a ocorrência de novos impactos e controlando o consumo excessivo dos recursos naturais. Áreas específicas como geologia de engenharia e geomorfologia urbana vem demonstrando ser mais garantida tanto em segurança quanto em economia no desenvolvimento do uso do solo (GUERRA, 2011).

3.2 ZONEAMENTO AMBIENTAL E MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO COMO METODOLOGIA DE ANÁLISE

O estudo de fragilidade ambiental é realizado através de uma organização dos elementos que constituem a área a ser analisada, podendo estes serem aspectos naturais ou antrópicos, assim sendo, componentes como substrato rochoso, solo, relevo, vegetação e grau de uso antrópico (CRUZ; JÚNIOR; RODRIGUES, 2010).

Os padrões de fragilidade são apresentados através de duas Unidades Ecodinâmicas: uma Estável (Instabilidade Potencial) e uma Instável (Instabilidade Emergente). Deste modo, o mapa de Fragilidade Potencial é elaborado a partir do cruzamento das informações de classificação de solos, declividade e distância dos recursos hídricos. Já o mapa de Fragilidade Emergente é realizado obtendo-se o mapa de Fragilidade Potencial cruzado com as informações de uso e ocupação do solo (ROSS, 1994)

Kawakubo et al. (2005), destacam que o mapa de fragilidade ambiental pode ser considerado como um importante instrumento utilizado pelos órgãos públicos para a realização do planejamento territorial ambiental, permitindo que as potencialidades do meio possam ser avaliadas de maneira integrada de modo que as características naturais e suas restrições sejam consideradas.

Por meio do estudo de fragilidade é possível a determinação da instabilidade de um ambiente a alguma forma de uso ou ocupação, através da exploração intensa ou por fatores naturais do mesmo. A análise tem por finalidade a observação de um meio que naturalmente apresenta graus de fragilidade e qual o seu comportamento com o início das atividades antrópicas neste (GHEZZI, 2003).

O mapeamento de áreas de risco vem se mostrando como um instrumento eficiente para análise de riscos. Com suporte deste mapa há a possibilidade de elaborar indicadores de prevenção e também estabelecer ações que possuam eficácia permanente contra os desastres naturais. Para isso é necessário que a comunidade e o poder público trabalhem conjuntamente. Dentre as medidas que podem ser adotadas, pode-se destacar as que estão associadas à identificação das áreas que potencialmente podem ser afetadas, sendo então possível realizar, de modo hierárquico os cenários de risco e tais medidas preventivas (KOBAYAMA, 2004).

Ainda para Kobayama, os mapas de risco ainda podem contribuir para ações de caráter logístico para eventuais situações emergenciais que possam ocorrer, como por exemplo operações de evacuação, resgate e restauração de áreas afetadas. Nas ações conjuntas entre poder público e comunidade é possível identificar as comunidades que ficam em áreas mais afetadas e iniciar trabalhos de conscientização e educação, objetivando a redução do número de pessoas afetadas em um eventual desastre.

A identificação e mapeamento das áreas de risco possibilitam uma adequação na ocupação territorial, já que se trata de um estudo que inclui componentes distintos do ambiente. Logo, é considerado um instrumento para a descrição e análise do espaço, servindo de base para ações futuras (HIGASHI, 2006).

3.3 MAPEAMENTOS GEOTÉCNICOSE ZONEAMENTO URBANO

Higashi (2006), define que o mapeamento geotécnico é um conjunto das principais características geomecânicas do solo sob a forma de um mapa, ao qual é bastante utilizado para previsão de comportamento das unidades geotécnicas, possibilitando a aplicação destes em projetos ambientais e de engenharia.

Bastos et al. (1998) afirma que os mapas geotécnicos possuem diversas aplicações, onde dentre estas destacam-se o planejamento de uso do solo urbano, análises de ambientais para escolhas de áreas para implantação de aterros e áreas de preservação, além de soluções e obras na área de engenharia civil.

Bhering et al. (2012), afirma que os mapas pedológicos, de declividade e mapa de fragilidade ambiental também são mapas que podem ser desenvolvidos por meio dos Sistemas de Informações Geográficas. Os autores também destacam que o mapeamento de solo é um dos instrumentos básicos para analisar o potencial do solo, contribuindo também como uma fonte de informação para o desenvolvimento sustentável e a conservação ambiental.

Os mapas de uso do solo destacam-se pela sua importância, onde, por meio da interpretação de imagens de satélite é possível identificar áreas ocupadas por

vegetação, pastagens, lavouras, cursos de rios. Outro fator importante é a identificação de áreas com intensa degradação e identificação de áreas de risco ambiental, além de variações da paisagem tanto por evolução natural quanto as causadas por atividades antrópicas (SANTOS; PETRONZIO, 2011).

Os mapas de declividade são ferramentas importantes, já que representam a distribuição espacial em forma temática, dos diversos graus de inclinação presentes em um terreno, permitindo assim uma análise detalhada da paisagem, onde pode-se observar os variados graus de declividade, a posição da vertente de acordo com estes e também a identificação de áreas frágeis e susceptíveis a erosão (COLAVITE; PASSOS, 2012).

3.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ANÁLISE AMBIENTAL

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) vêm sendo utilizado por vários campos que analisam as questões ambientais como um instrumento importante para o planejamento ambiental de áreas urbanas, permitindo que de modo simples ocorra a avaliação integrada de um grande número de variáveis, além de possibilitar agilidade na geração de informações intermediárias e finais, possibilitando também a inclusão de novas variáveis a qualquer momento (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2005).

A partir de informações georreferenciadas, ou seja, que podem ser localizadas em algum ponto da superfície terrestre, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilitam um monitoramento mais adequado e planejado desses dados (ROSA; ROSS, 1999). A utilização destas técnicas vem possibilitando a elaboração de diversos trabalhos em variados campos da ciência, destacando-se na área ambiental (FUJACO; LEITE; MESSIAS, 2010).

Conforme Câmara e Medeiros (2001), é possível destacar quatro grandes aspectos relacionando os estudos ambientais ao uso da tecnologia de sistemas de Informação Geográfica, sendo estes então o Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impactos Ambientais, Prognósticos Ambientais e Ordenamento Ambiental, e também o Mapeamento Temático.

A partir dos Sistemas de Informações Geográficas outros mapas podem ser elaborados, tais como os mapas temáticos. Alguns SIG ainda incluem o processamento digital de imagens como ferramenta para a elaboração destes. (XAVIER,2010).

Para análise ambiental são necessários que os dados espaciais e parâmetros de ecologia da paisagem sejam confiáveis. Estudos em desenvolvimento apresentam que o sensoriamento remoto baseado em objetos ou contextos propiciam suportes básicos para a realização de análises ambientais (BLASCHKE; GLÄSSER; LANG, 2007).

Rudorff et al (2009), apresenta os diversos satélites e sensores ópticos e as características das imagens adquiridas em território brasileiro. Dentre os sensores, o Norte-Americano Landsat é, provavelmente o mais conhecido em todo o mundo. Com início em 1972, onde o Landsat -1 foi lançado, em 1984 o lançamento do Landsat-5 (desabilitado desde 2011), o Landsat-7, lançado em 1999 operou até final de 2003. Já em 2013, o Landsat-8 foi lançado (SANTOS, 2013). Em média, os sensores da série possuem uma resolução temporal de 16 a 18 dias, e uma resolução espectral de 30 metros.

Os satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (CBERS), implantados em 1988 após parceria entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST), lançou os CBERS 1 (Lançado em 1999 e desativado em 2003), CBERS 2 (Lançado em 2003 e inativo em 2009), CBERS- 2B (lançamento em 2007 e finalizado em 2010), CBERS 3 (Lançado em 2013 e perdido no lançamento por falhas), CBERS 4 (Lançado em dezembro de 2014). A importância do CBERS foi a distribuição das imagens de forma gratuita em todo território brasileiro fomentando as pesquisas e uso das imagens. (EMBRAPA, 2013).

O avanço dos sensores de alta resolução viabilizou a utilização de imagens orbitais de alta resolução em estudos de georreferenciamento e análises ambientais (SANTOS et al. 2011). Conforme Florenzano (2002), o aperfeiçoamento dos sensores forneceu a possibilidade de se obter imagens de alta resolução espacial, radiométrica, temporal e espectral cada vez mais precisa.

Dentre os softwares gratuitos para manuseio e obtenção de imagens está o Google Earth Pro, que oferece diversas ferramentas como a importação e exportação de polígonos e dados geográficos, a visualização detalhada de toda a superfície por

meio de imagens digitais de alta resolução espacial. O programa ainda conta com imagens históricas, com resolução razoável dos anos 1980 e 1990, e a partir do ano 2000, de alta resolução, auxiliando nos estudos de ocupações ambientais no decorrer do tempo (LIMA, 2012).

3.5 ANÁLISE MULTITEMPORAL

A análise multitemporal permite interpretar e remeter ao processo histórico de ocupação de um determinado espaço geográfico, podendo então ser possível detectar e prognosticar problemas e demandas. Logo, se torna um instrumento necessário para gestão e monitoramento dos recursos naturais, principalmente em ambientes que possuem a intervenção humana (HESSEL et al., 2012).

Fitz (2008) afirma que a utilização destas geotecnologias traz avanços relevantes quanto ao desenvolvimento de pesquisas, ações de planejamento territorial, processos de gestão, manejo de áreas e outras atividades que utilizem o espaço geográfico.

Estas técnicas são apropriadas, principalmente para estudos de transformações de uso da terra, pois permite que sejam desenvolvidas bases georreferenciadas, proporcionando uma facilidade de representação e análise do espaço. A avaliação dos mapas históricos elaborados permite com que sejam realizados acompanhamentos temporal das transformações que ocorreram em tal área de estudo durante um determinado período de tempo. Assim, nesta vertente de análise da dinâmica do solo, o SIG vem sendo amplamente utilizado, principalmente em trabalhos com evolução e expansão urbana. (FUJACO; LEITE; MESSIAS, 2010).

Para Saito et. al. (2016), é necessário que se conheça a cobertura vegetal da região a ser analisada, bem como a estrutura da paisagem, contribuindo para a preservação, planejamento e monitoramento do ambiente. Para a realização destes então, são utilizadas imagens orbitais, de onde são realizados mapeamentos e quantificações de alvos da superfície terrestre.

Já Moreira (2011), acrescenta que as imagens utilizadas para este tipo de análise devem ser de alta resolução, para que seja possível a identificação de áreas

específicas, que sofreram um grande processo de expansão em um curto período de tempo.

O desenvolvimento da urbanização no município de Foz do Iguaçu começou em meados de 1965 com a inauguração da Ponte da Amizade (Fronteira entre Brasil e Paraguai), incentivadas pelas novas oportunidades oferecidas. Em 1974 então começam as obras de infraestrutura para construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional. Neste período então, o município passa por um processo de expansão urbana acelerado onde a infraestrutura disponível não acompanhava tal desenvolvimento (SOUZA; 2011).

Souza (2011) ainda destaca uma proposta de desenvolvimento urbano realizada em 1974 pela UFPR em parceria com a Itaipu Binacional e o Governo do Estado do Paraná, que apresentou os números relativos ao crescimento da população nos anos de 1953 a 1974. Antes dos acontecimentos importantes da fronteira (1953) o município contava com pouco mais de 3.000 habitantes, em 1963 com 4187 habitantes. Já em 1973 apresentava uma população de 23.150 habitantes e no ano seguinte (1974) já apresentava 24.757 habitantes, crescimento notável e acelerado em um período de 10 anos.

A autora ainda traz que o crescimento persistiu, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 1980 a cidade possuía 136.321 mil moradores, em 1990 contava com 190.194 mil, nos anos 2000 aproximadamente 258.368 mil munícipes e em 2010 então, último censo realizado, contava com 256.081 habitantes.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO

O município de Foz do Iguaçu está localizado na Mesorregião Oeste do Estado do Paraná, conhecida por ser uma área de tríplice fronteira entre Brasil, Paraguai e Argentina. O município faz fronteira com a cidade de Puerto Iguazu (Argentina) com ligação pela ponte da Fraternidade, sob o rio Iguaçu, e também com a Ciudad del Leste (Paraguai) com ligação por meio da ponte da Amizade, sob o rio Paraná (Figura 1).

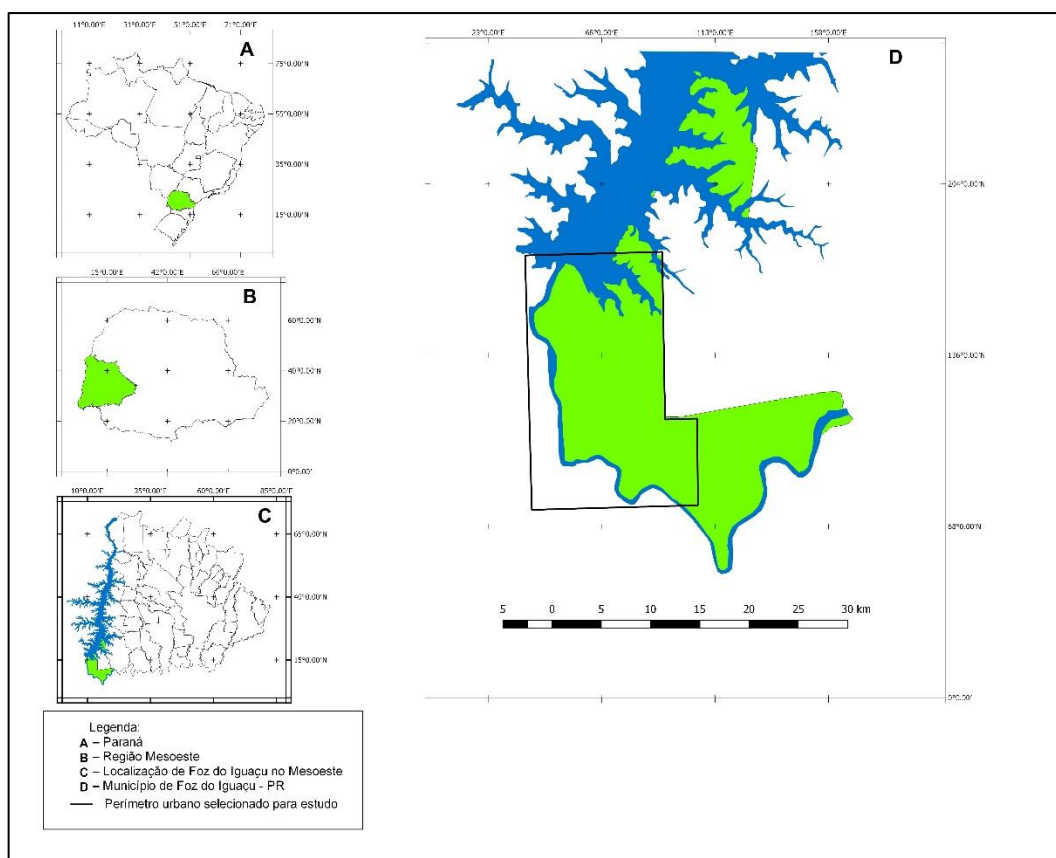


Figura 1 – Mapa de Localização da cidade de Foz do Iguaçu.
Fonte: Autoria Própria (2017).

A localidade possui uma população de 256.088 habitantes e uma área territorial equivalente a 618,352 km², ocupando 0,3% da extensão total do estado. A população urbana equivale a 253.962 pessoas, enquanto 2.126 pessoas moram na área rural (IBGE,2010).

Conforme Santos et al. (2006) a região de Foz do Iguaçu está inserida na

unidade morfoestrutural da bacia sedimentar do Paraná, abrangendo subunidade morfoescultural do Planalto de Foz do Iguaçu, localizada no Terceiro Planalto Paranaense. Tal subunidade é caracterizada por topos alongados e aplainados, vertentes convexas, vales fechados e altitude média de 450 metros acima do nível do mar.

A cobertura geológica da região é composta basicamente por rochas ígneas denominadas de basaltos maciços, resultantes de derrames vulcânicos de fissura continental. O solo da região é basicamente composto por Latossolos e Nitossolos com algumas áreas de Neossolos, Gleissolos e Argissolos (MINEROPAR, 2008).

De acordo com o Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Paraná-ITCG (1980), Foz do Iguaçu localiza-se em um divisor de águas de duas bacias hidrográficas, sendo estas a bacia do Paraná III e a bacia do rio Iguaçu, que por sua vez, desagua no rio Paraná, neste município (Figura 2). Alguns dos principais rios são: Paraná, Iguaçu, Tamanduá, Almada e Boicy.

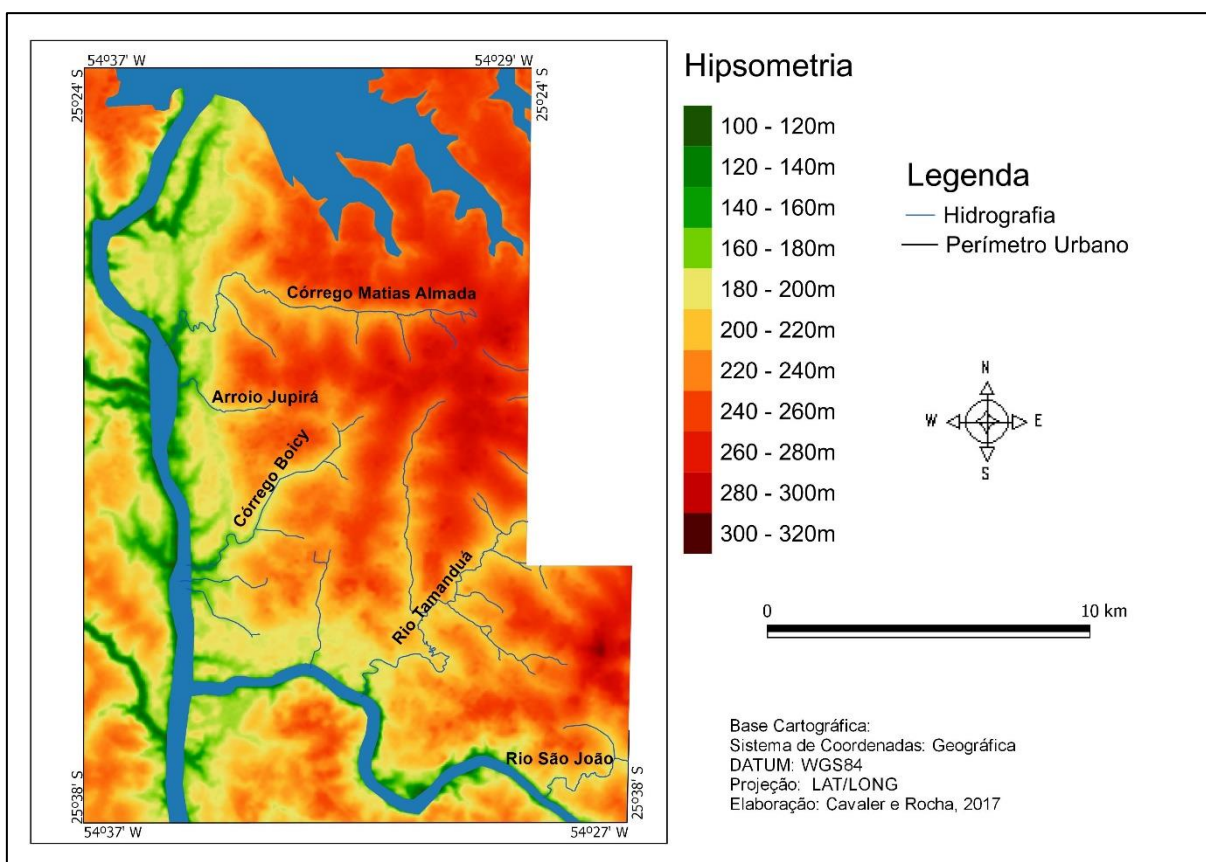


Figura 2 – Mapa Hipsométrico do perímetro de Foz do Iguaçu.
 Fonte: Autoria Própria (2017).

Também pode-se ressaltar as cataratas do Iguaçu, consideradas uma das sete maravilhas da natureza, são aproximadamente 273 quedas d'água que o rio Iguaçu percorre até chegar ao seu encontro com o rio Paraná.

De acordo com o diagrama de classificação climática de Köppen, o município é classificado com Cfa - Clima Temperado úmido com verão quente. No trimestre mais frio, meses de junho, julho e agosto as temperaturas médias são aproximadamente 17°C, e no trimestre mais quente, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro a temperatura média chega aos 28°C (IAPAR, 1998).

A vegetação predominante na região é a Floresta Estacional Semidecidual-Mata Atlântica, típica do terceiro planalto paranaense (SEMA, 2010). O município ainda possui áreas de proteção permanente, como o Parque Nacional do Iguaçu, que abrange, além de Foz do Iguaçu, várias outras cidades da região oeste do Paraná.

4.2 COLETA DE DADOS

Visando alcançar os objetivos propostos, foi elaborado um quadrante envolvente (Figura 3) abrangendo a área urbana e periurbana da cidade de Foz do Iguaçu. Para fins de mapeamento foi delimitado o perímetro urbano, com base no plano diretor municipal, a partir do qual foi realizada a identificação das áreas de expansão urbana durante os anos de 1985, 1994, 2006 e 2016, bem como a realização dos mapas temáticos (solo, declividade, hipsometria) e de fragilidade ambiental e proposta de expansão urbana para a cidade.



Figura 3 – Limite delimitado para estudo, incluindo a área urbana e periurbana da cidade de Foz do Iguaçu.
Fonte: Aatoria Própria (2017).

4.3 ELABORAÇÃO DE MAPAS MULTITEMPORAIS

Os mapas multitemporais foram elaborados no software Google Earth Pro. A escolha do software para esse trabalho, ocorre pelo fato de que o mesmo, além de livre ainda possui imagens de alta resolução espacial e dispor de uma interface de manipulação fácil, possibilitando com que os usuários possam realizar medições avançadas a partir de linhas, caminhos, círculos e polígonos, importar e exportar

vetores e raster entre outras.

Para a realização das análises multitemporais da expansão urbana do município de Foz do Iguaçu, foram escolhidos os anos de 1985, 1994, 2004 e 2016. Os dois primeiros períodos (1985 e 1994) foram designados por conta da grande expansão urbana que o município sofreu após as construções da Usina Hidrelétrica de Itaipu e da Ponte Internacional da Amizade, divisa entre Brasil e Paraguai. Já os anos de 2004 e 2016 afim de acompanhamento territorial urbano mais recente, já que Foz do Iguaçu é uma cidade turística, com uma grande diversidade de povos e culturas o que faz com que o município tende a expandir cada vez mais.

O mapeamento foi realizado a partir da criação de polígonos, no software Google Earth Pro, de todas as áreas urbanizadas dos anos analisados, sendo estas divididas em área urbana consolidada e área urbana em expansão para cada ano. As imagens de anos anteriores foram disponibilizadas também pelo próprio software, já que este possui um banco de dados com várias imagens de anos anteriores. Os mapas foram finalizados no software Surfer.

A identificação das áreas de expansão urbana e consolidadas foram realizadas a partir das características da imagem, onde os locais em expansão se apresentavam como áreas de loteamentos, com ruas, porém com poucas ou até mesmo, nenhuma residência. Já as áreas consolidadas, eram de fácil visualização pois eram regiões com grandes aglomerados de casas, e poucas áreas livres.

4.4 ELABORAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

4.4.1 Mapa de Declividade e Hipsometria

Utilizou-se a imagem SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) da missão da NASA-2003, com projeção UTM, Zona 21S e Datum WGS84, obtida pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e o software QGIS para a elaboração dos mapas de declividade e hipsometria. A imagem foi importada para o software em formato raster e os dados de declividade foram categorizados, utilizando uma ferramenta do QGIS que transforma graus em porcentagem. As porcentagens utilizadas para elaboração do mapa, foram adaptados de ROSS (1994), empregados para mapeamento de fragilidades em áreas urbanizadas.

O mapa Hipsométrico também foi gerado pela imagem SRTM, (Shuttle Radar Topographic Mission) da missão da NASA-2003, com projeção UTM, Zona 21S e Datum WGS84, obtidas pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e utilizado o QGIS para a elaboração, a imagem foi importada em formato raster, e então utilizando a ferramenta de renderização banda simples – falsa cor e com uma interpolação linear, os resultados foram agrupados em 5 classes: num intervalo mínimo de 100 metros e num máximo de 300 metros.

4.4.2 Mapa Pedológico

Foram utilizados dados do ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná, onde foram recortados os arquivos shapefiles de solos do estado do Paraná. Com os recortes prontos, estes então foram importados para o QGIS, onde foi gerado o mapa de solos de Foz do Iguaçu. A partir da ferramenta do software que permite categorizar as classes de solo, foi possível ordená-las e realizar a classificação até o 4º nível categórico, porém para fins de estudo e discussão foram considerados apenas até o terceiro nível.

4.5 ELABORAÇÃO DO MAPA DE FRAGILIDADE

As classes de Fragilidade foram consideradas conforme as formas do relevo (Tabela 1), sendo usualmente utilizadas três nomenclaturas: Baixa, Média e Alta, seguindo a metodologia proposta por Ross (1994).

Tabela 1: Níveis de fragilidade associados com a Declividade

Atributo	Classes de Fragilidade	Classes de Declividade
1	Baixa	<6%
2	Média	6 a 12%
3	Média	12 a 20%
4	Alta	20 a 30%
5	Alta	>30%

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Para correlacionar a fragilidade com o tipo de solo, foi utilizada a metodologia de Ross (1994) e a erodibilidade em escoamento superficial, além da capacidade de infiltração das águas pluviais, conforme os tipos de solos encontrados na região (Tabela 2).

Tabela 2: Níveis de Fragilidade associados com a estabilidade do solo

Atributo	Grau de Fragilidade	Classes de Solo
1	Baixo	Latossolo Vermelho Eutroférico Latossolo Vermelho Eutrófico Latossolo Vermelho Distroférico Latossolo Vermelho Distrófico
2	Médio	Nitossolo Vermelho Eutroférico
3	Alto	Argissolo Vermelho Eutrófico Neossolos Litólicos Eutróficos Gleissolo Háplico Indiscriminado

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Foram considerados ambientes com baixo risco ambiental aqueles aos quais possuem baixo grau de fragilidade em decorrência do tipo de solo e de declividade.

Áreas consideradas com médio risco de declividade, foram aquelas aos quais:

- Locais onde há um alto grau de fragilidade na declividade e um baixo grau de fragilidade no tipo de solo
- Houve um grau de fragilidade moderado/médio tanto no tipo de solo quanto na declividade;
- Locais onde ocorrerem baixo grau de fragilidade no tipo de solo, e médio grau de fragilidade nas declividades;
- Ambientes onde haverá declividades com baixo grau de fragilidade e médio grau de fragilidade do solo.

Considerou-se ambientes com risco ambiental eminente as áreas em que:

- Possuírem alto grau de fragilidade relacionando a declividade e o tipo de solo;
- Locais onde há um alto grau de fragilidade do solo e um médio grau de fragilidade da declividade;
- Áreas com médio grau de fragilidade do solo, e com alto grau de fragilidade em consequência da declividade elevada.

4.6 AVALIAÇÃO IN LOCO

Após a elaboração do mapa de fragilidade ambiental, foram selecionadas três áreas aleatórias, cada uma representando um nível de risco (alto, médio, baixo), para uma ida a campo, afim de comparar os resultados obtidos no mapeamento com a área de estudo, avaliando a eficácia do trabalho realizado.

4.7 ELABORAÇÃO DO MAPA DE EXPANSÃO A URBANIZAÇÃO

Para a composição deste mapa, considerou-se o mapeamento de fragilidade ambiental, onde as áreas de alto risco foram indicadas como impróprias para a expansão urbana, as áreas de médio risco foram consideradas medianas para expansão urbana e as áreas de baixo risco próprias para a expansão da urbanização.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE MULTITEMPORAL

Os mapas do município de Foz do Iguaçu, dos anos de 1985 (Figura 4), 1994 (Figura 5), 2004 (Figura 6) e 2016 (Figura 7), possibilitaram diferenciar as áreas em urbana consolidada e urbana em expansão ao longo deste período de tempo.

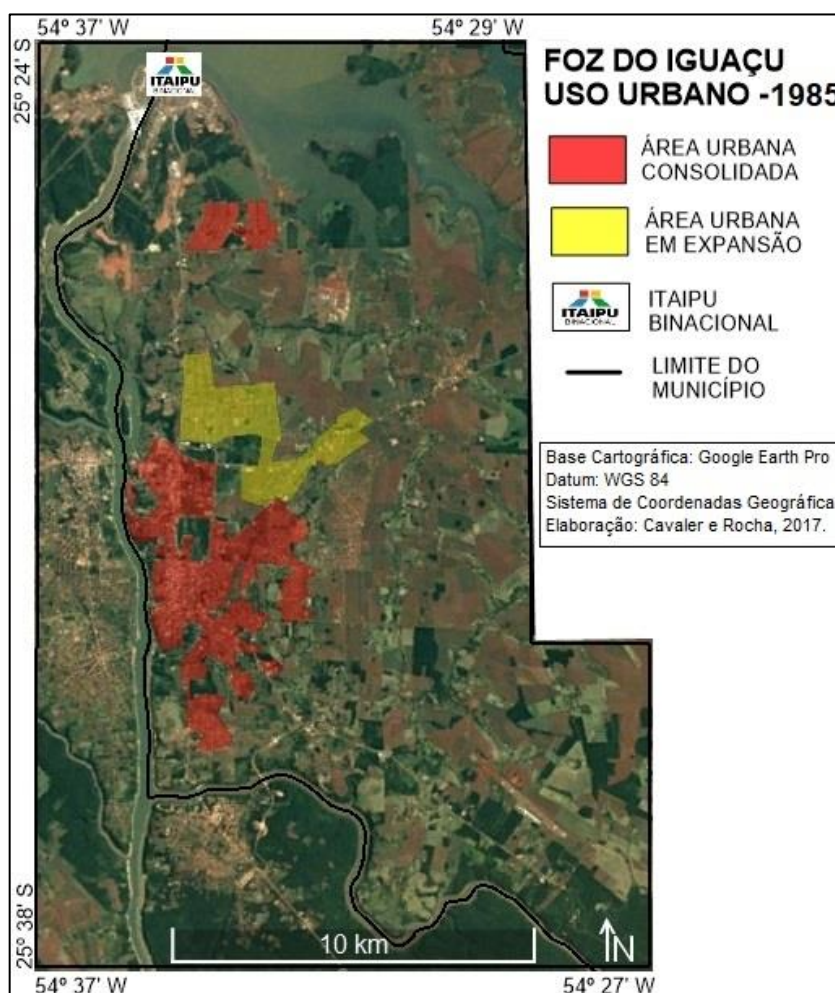


Figura 4 - Mapa de uso urbano do ano de 1985 na cidade de Foz do Iguaçu. Fonte: Autoria Própria (2017).

Na Imagem de 1985 é possível observar que as áreas de urbanização consolidada são próximas ao rio Paraná e a ponte da Amizade, fronteira do Brasil com o Paraguai, e em áreas próximas as moradias dos operários das obras da Itaipu

Binacional. As áreas consolidadas estavam localizadas pontualmente nos setores norte e sul. Já as áreas em expansão avançavam em uma grande área, do centro consolidado em direção Leste, juntamente com a BR 277, em direção ao município de Santa Terezinha de Itaipu. Na década de 1980, de acordo com o IBGE o município contava com 136.321 habitantes.

A partir dos polígonos gerados foi possível a obtenção das áreas de urbanização consolidada que foi perto de 21 mil metros quadrados e das áreas de expansão, de aproximados 9 mil metros quadrados.

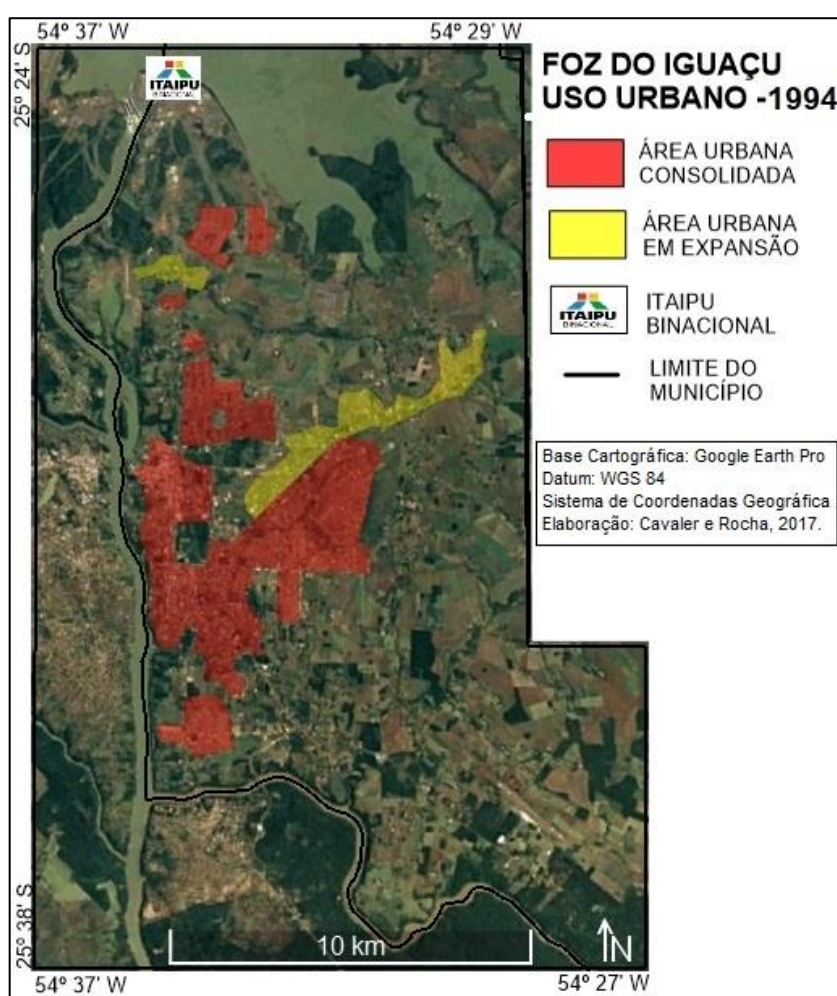


Figura 5 - Mapa de uso urbano do ano de 1994 na cidade de Foz do Iguaçu. Fonte: Autoria Própria (2017).

No ano de 1994, todas as áreas que há 9 anos atrás eram de expansão, já estavam consolidadas, um crescimento muito rápido, porém o município continuava seu desenvolvimento em áreas entre o centro e a vila de operários da Itaipu e ao leste seguindo a BR 277. Conforme o IBGE, na década de 1990 o município contava com

190 mil habitantes e uma área urbana consolidada de aproximadamente 34 mil metros quadrados, e uma área de expansão perto de 8 mil metros quadrados.

Nestas duas décadas, é possível observar que a mata ciliar do reservatório de Itaipu ainda estava sendo formada, já que as áreas que foram alagadas eram anteriormente propriedades rurais e vilas de moradores que foram desapropriadas.

O desenvolvimento acelerado do município nestas décadas (1980 e 1990) está relacionado a construção da Itaipu Binacional e a inauguração da Ponte da Amizade, além da construção da BR 277, que liga Foz do Iguaçu a Curitiba, trazendo novas oportunidades e a migração da população para a região.

Em 2004, muitas das áreas de expansão de 1994 transformaram-se totalmente ou parcialmente em territórios consolidados, porém, a quantidade de loteamentos urbanos em crescimento foi considerável, várias áreas extensas, outras menores, porém bem distribuídas e algumas até unindo algumas zonas de urbanização consolidadas.

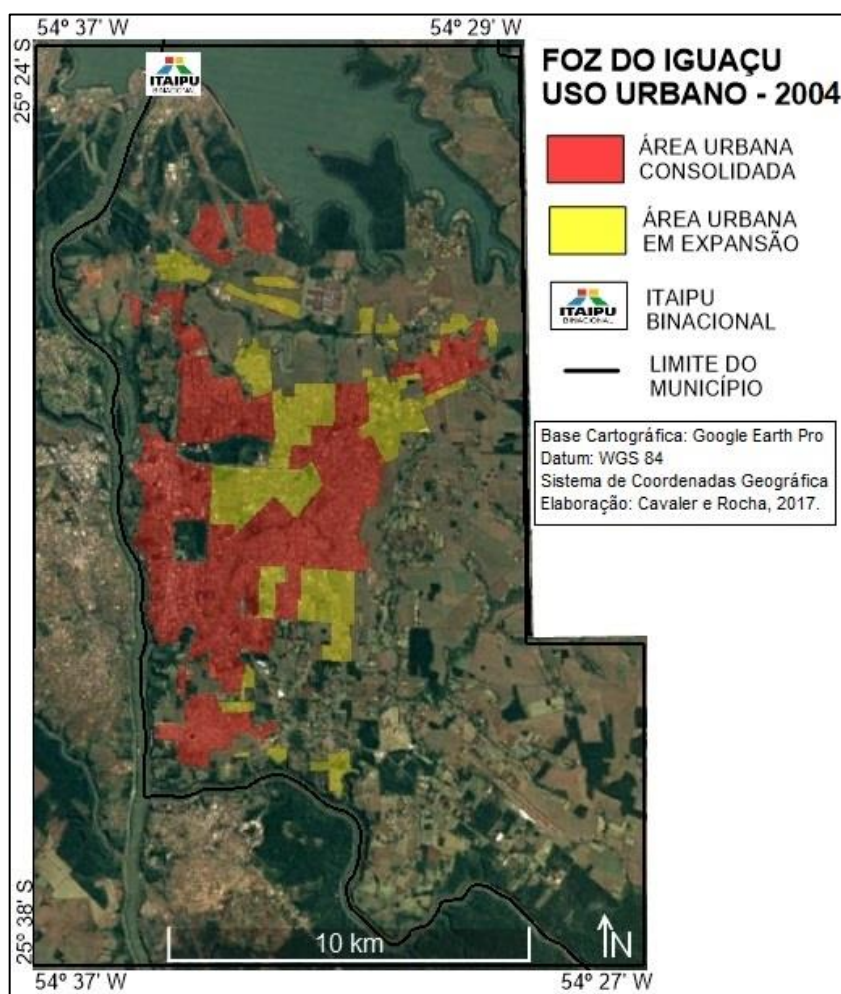


Figura 6 - Mapa de uso urbano do ano de 2004 na cidade de Foz do Iguaçu.

Fonte: Aatoria Própria (2017).

No início dos anos 2000, o município contava com 258 mil habitantes, uma área de urbanização consolidada de aproximadamente 41 mil metros quadrados e aproximados 20 mil metros quadrados de expansão urbana.

Já, recentemente, no ano de 2016, Foz do Iguaçu conta com uma grande área de urbanização consolidada, chegando a quase 64 mil metros quadrados, e uma expansão menor de cerca de 7 mil metros quadrados, comparando às imagens. Dessa forma verifica-se que o total de áreas em expansão reduziu consideravelmente, e estão concentradas nas regiões norte e sul do município.

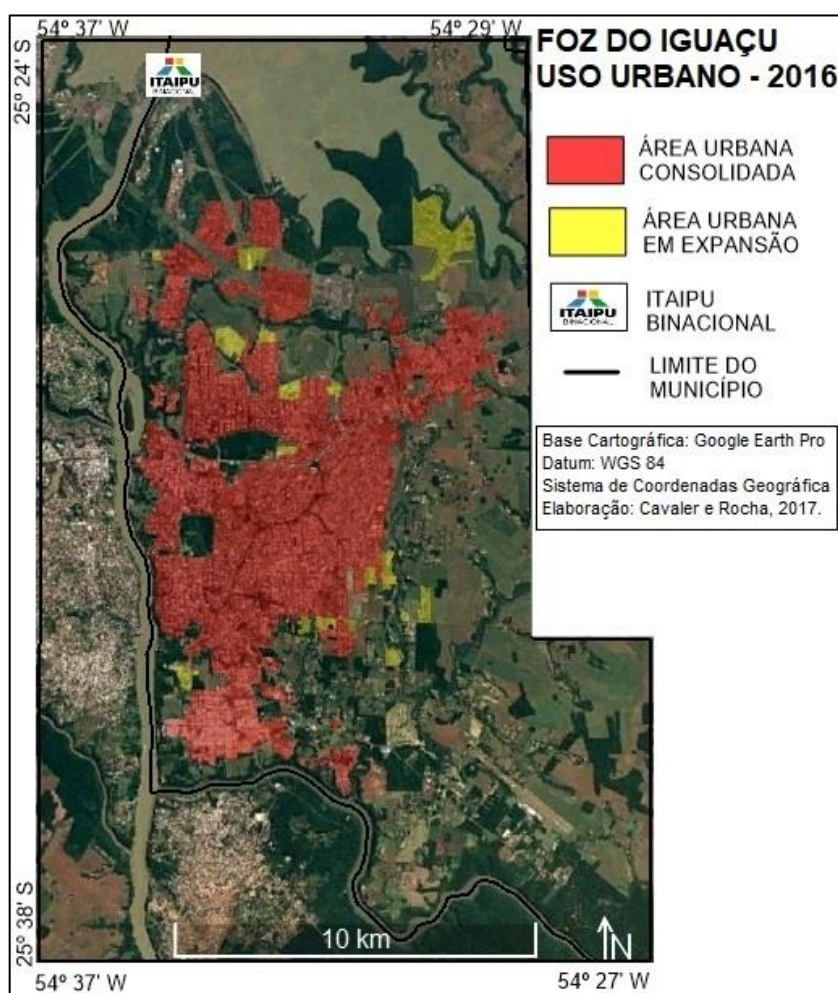


Figura 7 - Mapa de uso urbano do ano de 2016 na cidade de Foz do Iguaçu. Fonte: Aatoria Própria (2017).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010 a população de Foz do Iguaçu era de 256 mil habitantes e no ano de 2017, a

estimativa é de 264 mil habitantes, ou seja, em 6 anos, houve um aumento de 7.956 habitantes, logo ainda há um crescimento significativo.

5.2 MAPEAMENTO PEDOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

Para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental, inicialmente foi necessário considerar a classificação de solos e a declividade da área de estudo.

A partir do mapeamento de solos (Figura 8), foi possível identificar 7 classes de solos distintas: Argissolo Vermelho Eutrófico, Neossolo Litólico Eutrófico, Nitossolo Vermelho Eutroférrico, Gleissolo Háplico Indiscriminado, Latossolo Vermelho Distroférrico, Latossolo Vermelho Distrófico, e Latossolo Vermelho Eutroférrico.

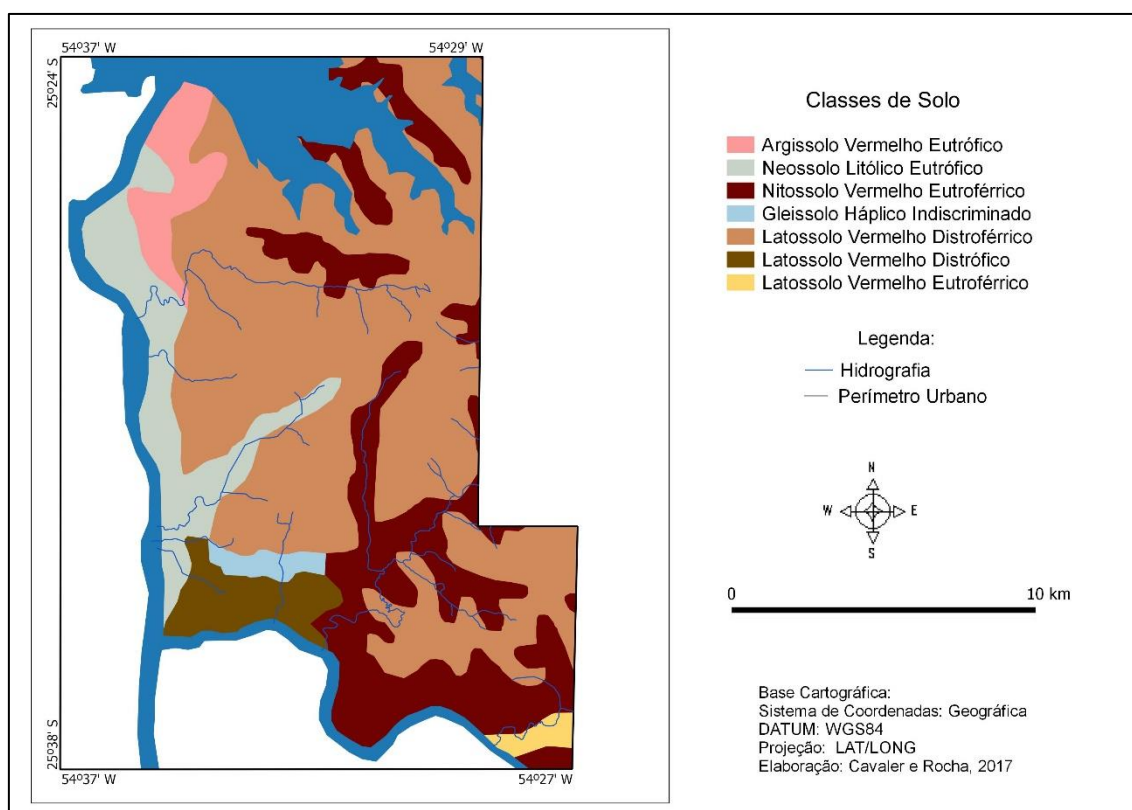


Figura 8 – Mapa de solos da área urbana e periurbana da cidade de Foz do Iguaçu. Fonte: Autoria Própria (2017).

Os Argissolos Vermelhos Eutróficos, de parcela pequena no município, encontrados na região norte são solos rasos, que possuem boas condições físicas e são encontrados geralmente em relevos mais suaves, apresentando um potencial

ideal para uso agrícola, desde que a área possua um sistema que diminua os efeitos erosivos. Este tipo de solo possui maior susceptibilidade aos processos erosivos em relação a sua textura, não possuindo boa permeabilidade, logo, seus usos para urbanização são limitados (EMBRAPA 2006).

Os Neossolos Litólicos Eutróficos são solos rasos, pois possuem baixo desenvolvimento pedogenético (EMBRAPA, 2006). Estão associados a relevos declivosos, como pode ser observado na área de estudo em toda a margem do rio Paraná. Os Neossolos encontrados na região eutróficos, ou seja, solos férteis, porém a pouca profundidade (geralmente não ultrapassa 50 cm), logo os riscos de erosão são maiores, o que faz com que esse tipo de solo não tenha seu uso viável para áreas de urbanização. São indicados para áreas de preservação de flora e fauna, com práticas de manejo e conservação adequadas.

Os Gleissolos são solos hidromórficos (saturados por água), a não ser que sejam artificialmente drenados (EMBRAPA, 2006). São encontrados, geralmente próximos a cursos d'água, e seus usos devem ser evitados o máximo possível, pois possuem afloramento de lençóis freáticos e apresentam riscos eminentes de inundação. Na área de estudo, uma pequena parcela deste tipo de solo foi encontrada, nas proximidades do rio Boyci.

Os Latossolos Vermelhos, distribuídos em toda a área de estudo são solos que possuem o processo de intemperização avançado, ou seja, terrenos evoluídos e profundos (EMBRAPA, 2006). São encontrados em locais onde a declividade é plana ou pouco elevada, o que faz seu uso permitido para a urbanização. Na área de estudo, foram encontrados 3 tipos de Latossolo vermelho: o distroférico, o distrófico e o eutroférico. A diferença entre estes está na fertilidade que cada um possui, dependendo do seu estágio de intemperismo. Os Latossolos vermelhos distroféricos, são assim chamados por possuírem baixa fertilidade e baixos teores de ferro. Os Latossolos vermelhos distróficos, são solos de baixa fertilidade, e os Latossolos vermelho eutroféricos possuem alta fertilidade e altos teores de ferro. São solos profundos, e com isso possuem uma boa drenagem de água, sendo considerados adequados para a urbanização.

Os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos, encontrados em toda a área de estudo, porém predominando nas proximidades dos rios Iguaçu e Tamanduá, são solos de alta fertilidade, porém menos evoluídos do que os Latossolos e por consequência possuem menor profundidade (EMBRAPA, 2006). Geralmente são

encontrados em áreas de média declividade e por estarem inseridos em tais áreas, são mais susceptíveis a erosão e a deslizamentos, quando comparados aos Latossolos, sendo necessário algumas práticas de contenção e conservação quando ocupados por áreas urbanas.

Além dos tipos de solo, outro fator importante que deve ser avaliado em um mapeamento de fragilidade ambiental é a declividade do local, pois é a partir deste mapeamento que é possível visualizar as inclinações do terreno, identificando os locais mais dissecados e conseqüentemente mais susceptíveis a processos erosivos e fragilidade ambiental.

Na área de estudo (Figura 9), a declividade varia de baixa (0 – 6%) a médias (6 -12%) e (12 – 20%) em sua maior totalidade, havendo também algumas regiões em que ocorrem altas declividades (20 – 30%). As regiões com declividades altas (20 - 30%) estão localizadas as margens dos Rios Paraná e Iguaçu, e as de média (6 - 12%), (12 – 20%) e baixa (0 – 6%) foram identificadas nas demais regiões da área de estudo.

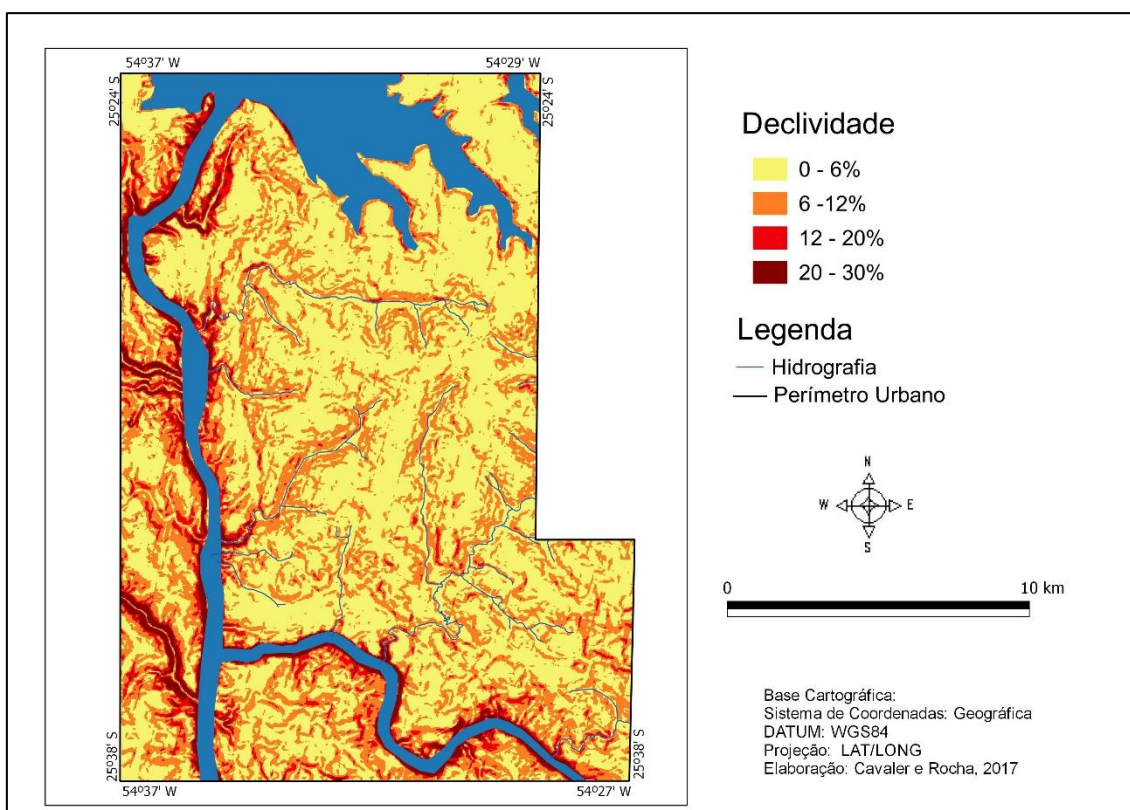


Figura 9– Mapa de Declividade da área urbana e periurbana da cidade de Foz do Iguaçu.
 Fonte: Autoria Própria (2017).

A fragilidade do terreno pode ser avaliada a partir de sua declividade, pois quanto mais inclinado elevado o terreno, mais suscetível este estará de sofrer

processos erosivos, pois maior será a velocidade do escoamento superficial o que, por consequência acarreta em um maior volume de materiais que sofrem arraste a partir da força erosiva.

O estudo da declividade é importante para o planejamento urbano, pois a partir de mapeamentos que mostrem a porcentagem de realce de um terreno é possível evitar que regiões mais acentuadas que possam ocasionar acidentes ambientais evitem de ser ocupadas pela urbanização.

5.3 MAPEAMENTO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL E AVALIAÇÃO IN LOCO

A partir da correlação dos mapas de declividade e de solos, pode-se identificar as fragilidades ambientais do perímetro urbano de Foz do Iguaçu, que pode ser observado na figura 10.

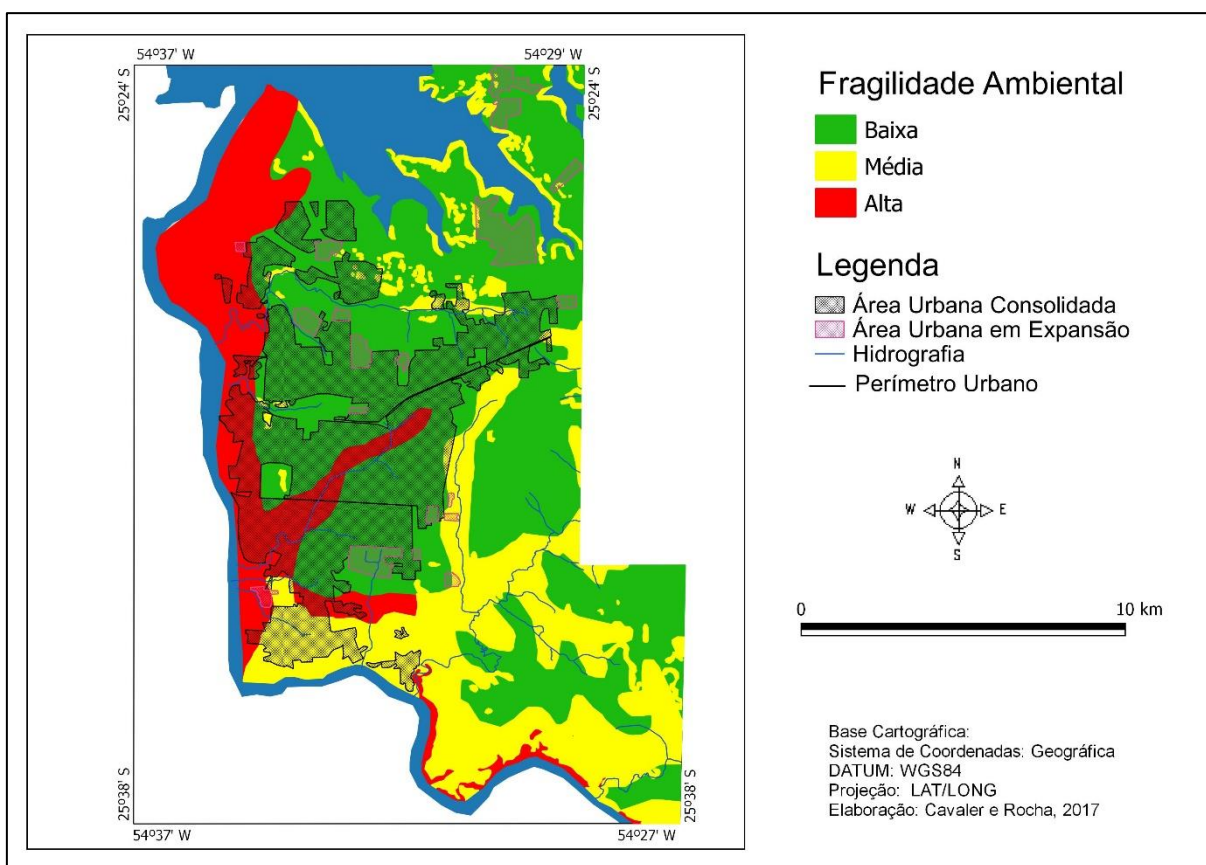
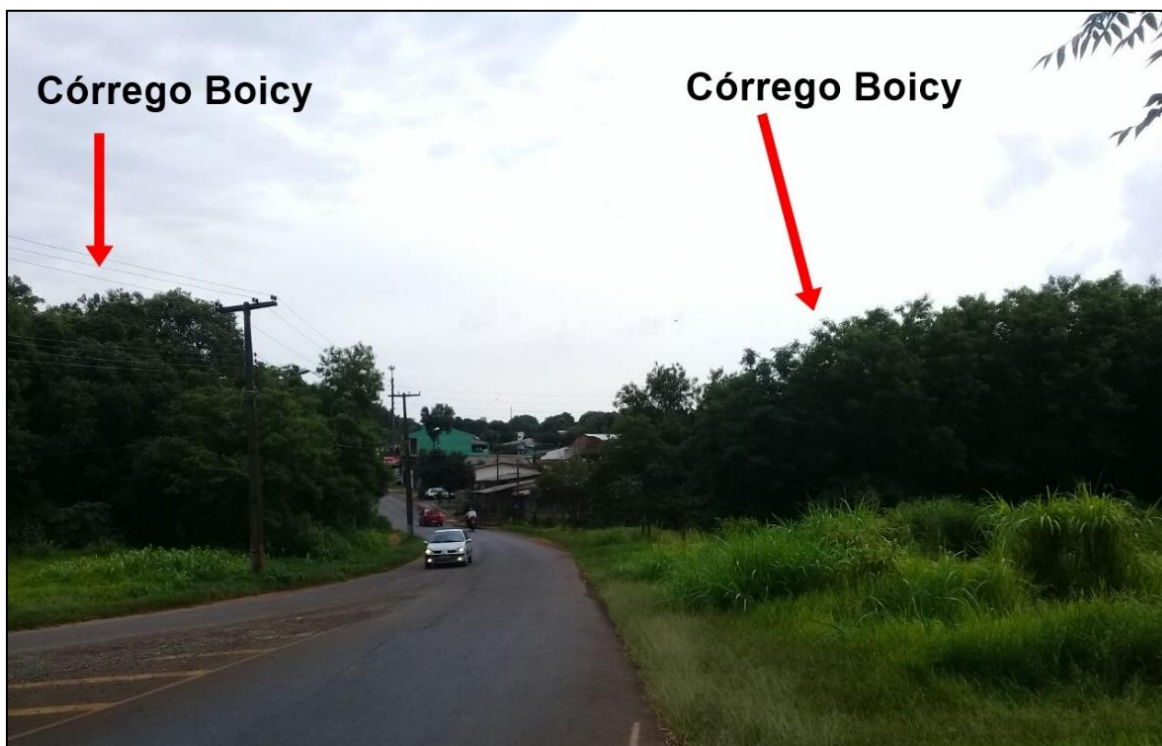


Figura 10 – Mapa de Fragilidade Ambiental do Perímetro urbano de Foz do Iguaçu. Fonte: Autoria Própria (2017).

As áreas consideradas de baixa fragilidade ambiental (Figura 1), foram aquelas em que os Latossolos Vermelhos se encontravam em áreas de declividade baixa (0 – 6%) e média (6 – 12%) e (12 – 20%); os Nitossolos se encontram em áreas de baixa declividade (0 – 6%).



Fotografia 1 – Área de baixa fragilidade ambiental no centro do município, nas proximidades do Córrego Boicy.

Fonte: Autoria Própria (2017).

Os Latossolos são solos estáveis, com boa profundidade, bem drenados o que os torna adequados para urbanização, pois facilitam a infiltração de água reduzindo os riscos quanto a enchentes e alagamentos, além de suportarem a compactação gerada pela urbanização, oferecendo maior segurança para as obras urbanas.

Já os Nitossolos foram considerados de baixa fragilidade por conta do realce do terreno em que estavam inseridos, uma vez que tal porcentagem de declividade apresenta relevos suave ondulados, o que reduz os riscos de processos erosivos no local.

Áreas consideradas de média fragilidade ambiental, foram aquelas em que havia a predominância de Nitossolos juntamente com declividades médias (6 – 12%) e (12- 20%), e também onde havia a predominância de Latossolos com declive de alto (20 – 30%).

Como mencionado na discussão do mapeamento de solos, os Nitossolos inseridos em declividade média apresentam também uma fragilidade média, pois por serem mais rasos apresentam média profundidade e estruturas em blocos que dificultam a circulação interna de água, essa condição pedológica associada ao declive, tornam os esses solos levemente susceptíveis a processos erosivos.



Fotografia 2 – Área de média fragilidade ambiental, nas proximidades do Rio Matias Almada, na região Nordeste do município.

Fonte: Autoria Própria (2017).

Nas áreas de urbanização consolidada é possível ver inúmeros locais na situação em que são vistas as Fotografias 2 e 3, onde locais de media fragilidade possuem residências bem próximas aos rios. Nestas regiões, comumente em épocas de chuvas acentuadas, os moradores sofrem com enchentes e alagamentos constantes.



Fotografia 3 – Área de média fragilidade ambiental, nas proximidades do Rio Matias Almada, região Nordeste do município.
Fonte: Autoria Própria (2017).

As áreas de Alta fragilidade foram consideradas aquelas onde haviam Argissolos em declividades altas, médias e baixas; Neossolos em declividades altas, médias e baixas; Gleissolos em declividade altas, médias e baixas; Nitossolos em declividades altas.

Os Argissolos possuem uma fragilidade natural característica por serem solos rasos, logo quando associados a declividades altas tal fragilidade é intensificada, fazendo com que seu uso seja totalmente restrito para a urbanização. O mesmo ocorre com os Neossolos que ainda apresentam afloramentos rochosos.

Os Gleissolos além de estarem associados a declividades médias e baixas ainda são áreas onde ocorrem afloramento de lençóis freáticos, o que além de tornar esta região restrita para urbanização, ainda é necessário que se torne uma área de proteção permanente (APP).

Os Nitossolos que já apresentam uma fragilidade média, quando associados com altas declividades possuem uma vulnerabilidade maior quanto a processos erosivos e movimentos de massa, por isso são considerados de alta fragilidade.

As Fotografias 4 e 5 apresentam áreas de alta fragilidade ambiental, localizadas nas proximidades da ponte da Amizade, fronteira entre Brasil (Foz do Iguaçu) e Paraguai (Ciudad Del Leste), onde há a predominância de Argissolos e Neossolos associados a altas, médias e baixas declividades.



Fotografia 4– Área de alta fragilidade ambiental nas proximidades da ponte da Amizade, fronteira entre Brasil e Paraguai.

Fonte: Autoria Própria (2017).



Fotografia 5 – Horizontes de solo visível nas proximidades da ponte da Amizade.

Fonte: Autoria Própria (2017).

5.4 PROPOSTA DE NOVO ZONEAMENTO PARA A EXPANSÃO URBANA DE FOZ DO IGUAÇU

Partindo dos resultados obtidos no mapa de fragilidade ambiental, obteve-se então o mapeamento de restrição a urbanização do município de Foz do Iguaçu (Figura 11).

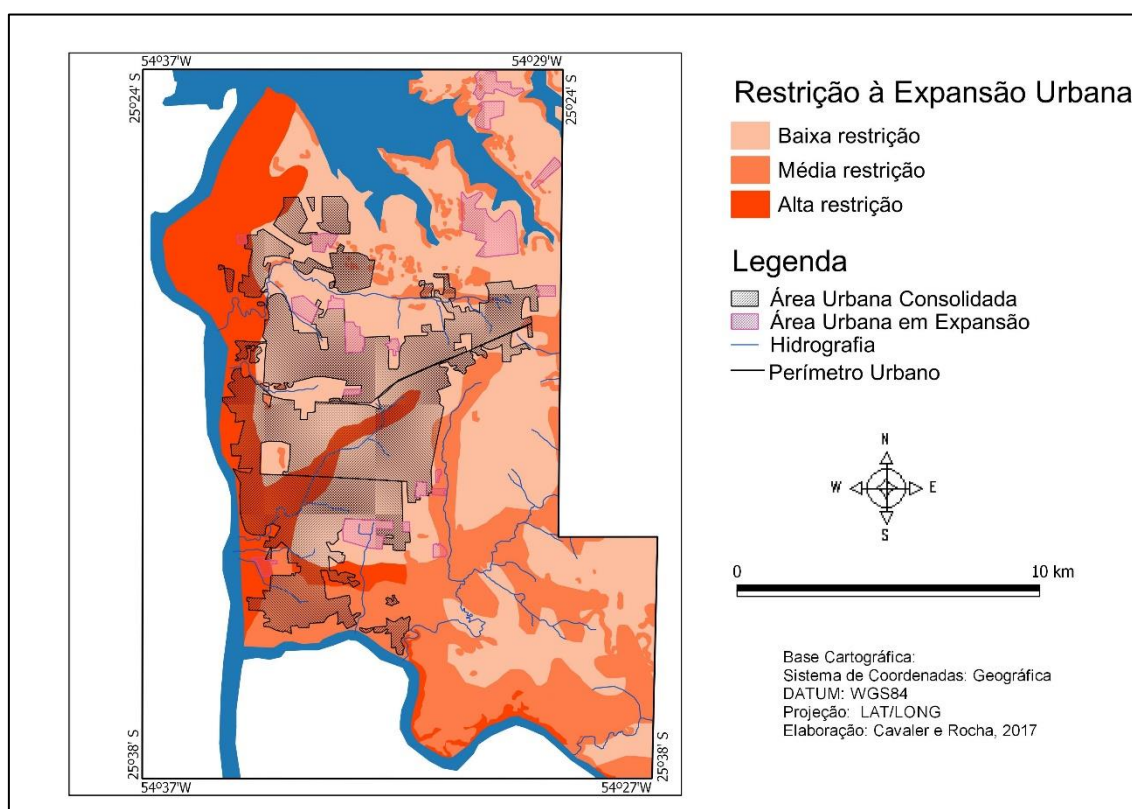


Figura 11 – Mapa de baixa, média e alta restrição a expansão da urbanização do perímetro urbano de Foz do Iguaçu.

Fonte: Autoria Própria (2017).

No mapa da figura 11 é possível observar que o mapa possui três classificações: alta restrição, média restrição e baixa restrição a urbanização.

As áreas de alta restrição a urbanização apresentam alta fragilidade ambiental, ou seja, são regiões que possuem declividades elevadas associadas a solos frágeis, de pouca estabilidade, sendo então restrito seu uso para urbanização. Estes locais deveriam ser de preservação, pois há riscos eminentes de erosão, movimentos de massa, enchentes e alagamentos.

Analisando o mapa de restrição a urbanização (Figura 11) e o mapeamento multitemporal do ano de 2016 (Figura 7), é possível observar a presença de áreas urbanas consolidadas e também em expansão em locais considerados de alta

restrição a urbanização. Estas regiões devem ter limitações ao uso e a realização de procedimentos de preservação ambiental para evitar maior degradação, pois os cidadãos que ali residem estão sujeitos às complicações decorrentes da fragilidade ambiental do local.

As áreas classificadas como de média restrição podem conter regiões urbanizadas, porém com algumas considerações. Em locais mais declivosos, de solos mais rasos e próximos a cursos hídricos, seu uso deve ser restrito, o que faz com que estas áreas sejam de preservação permanente. Já em regiões mais planas e de solos mais profundos que possuem bom escoamento superficial, o uso para urbanização é possível.

Locais de baixa restrição são os mais indicados para urbanização, por possuírem solos estáveis e relevo mais plano. Por possuírem tais características, apresentam menor susceptibilidades à processos erosivos, movimentos de massa, enchentes e alagamentos, pois possuem bom escoamento vertical, reduzindo tais riscos relacionados ao escoamento superficial.

A partir dos levantamentos realizados anteriormente, foi realizado o mapa de proposta de expansão a urbanização, considerando o limite estabelecido no plano diretor municipal (Figura12).

A proposta de expansão urbana delimitada na figura 12, representa a área ambientalmente mais estável e, portanto, área mais adequada para implantação de novos loteamentos. Essa área é considerada área de baixa fragilidade potencial, que permite com que as ocupações urbanas sejam desenvolvidas com um bom planejamento urbano, evitando assim problemas ambientais futuros, como enchentes, alagamentos, processos erosivos entre outros.

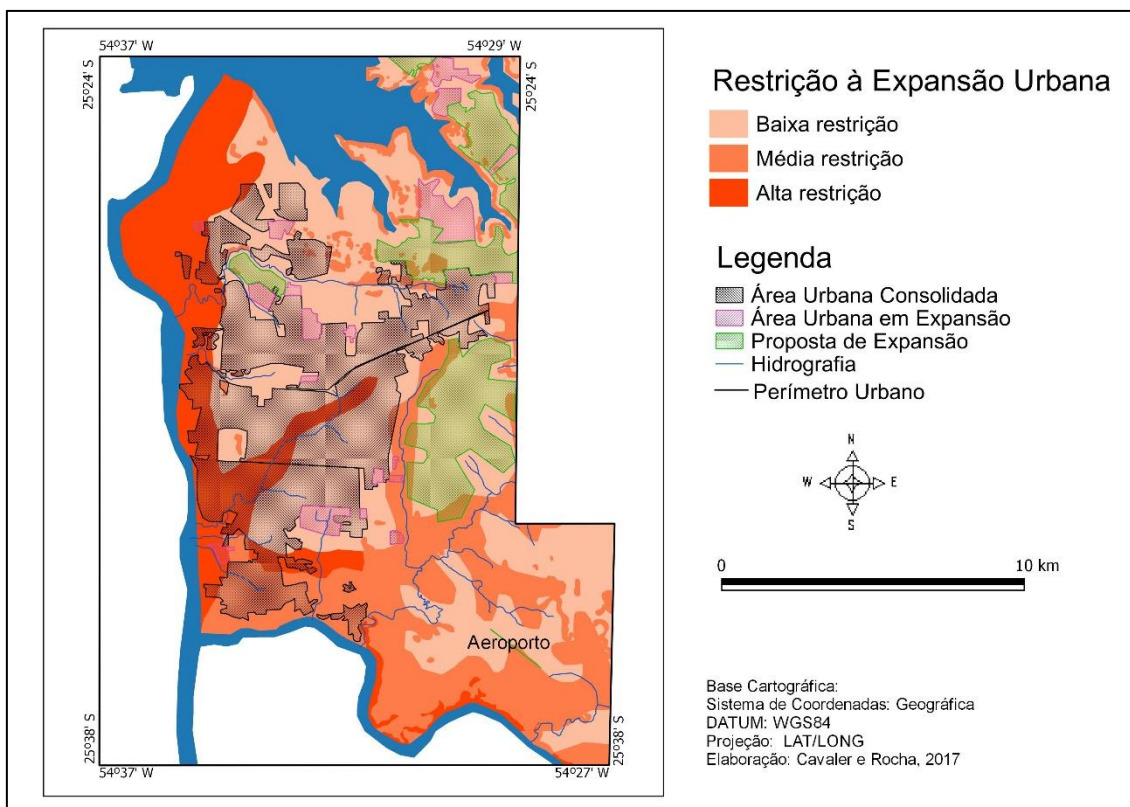


Figura 12 – Proposta de expansão para o perímetro urbano do município de Foz do Iguaçu.
 Fonte: Autoria Própria (2017).

Os locais selecionados são de baixa e média restrição, considerando que em alguns locais selecionados já ocorrem processos de expansão urbana. A soma de todas as áreas de expansão totaliza 26,2 quilômetros quadrados disponíveis para crescimento urbano.

As áreas selecionadas são em sua maior porcentagem de baixa restrição a urbanização e todas mais próximas ao centro consolidado. Algumas regiões ao sul, de média restrição também poderiam ser escolhidas e podem ser urbanizadas, porém são mais próximas ao Parque Nacional do Iguaçu e também ao aeroporto internacional de Foz do Iguaçu, além de ser distantes da região central do município e das rodovias que ligam foz às cidades vizinhas.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível avaliar a expansão urbana da cidade de Foz do Iguaçu a partir de imagens de satélite históricas, durante as últimas 4 décadas. A partir de avaliações de áreas de urbanização consolidadas e áreas de urbanização em expansão, foi possível visualizar o crescimento acelerado que o município apresentou durante esses períodos, possuindo um aumento considerável de população e áreas em expansão, principalmente durante as décadas de 1980 onde o desenvolvimento urbano era de aproximadamente 9 mil metros quadrados, a área consolidada, de 21 mil metros quadrados e a população de 136 mil habitantes, Em 1990, a área urbana consolidada apresentava-se em aproximadamente 34 mil metros quadrados, regiões de expansão era de 8 mil metros quadrados e a população de aproximadamente 190 mil habitantes. Na década de 2000, as áreas urbanas consolidadas chegavam em 41 mil metros quadrados, em expansão de 20 mil metros quadrados e com uma população equivalente a 260 mil habitantes.

As áreas identificadas com alta fragilidade ambiental foram as mais próximas da barranca do rio Paraná onde foram verificadas declividades altas, médias e baixas associadas a Argissolos e declividades médias e baixas associadas a Neossolos. Houve também a identificação de uma área de Gleissolos, solo naturalmente frágil por conter afloramento de lençóis freáticos. Nestas regiões já ocorre urbanização consolidada e também foram identificadas áreas de expansão urbana.

Localizações de média fragilidade ambiental possuíram maior predominância ao sul do município, nas proximidades do rio Iguaçu, rio Tamanduá e em algumas regiões onde percorre o rio Matias Almada ao norte de Foz do Iguaçu. Predominância de Nitossolos em declividades médias e altas. Em algumas dessas regiões do rio Almada, as residências ficam muito próximas ao curso hídrico, o que em épocas de chuva prejudica os moradores, já que alagamentos e enchentes são constantes.

Zonas de baixa fragilidade ambiental apresentaram predominância de Latossolos em declividades médias e baixas e de Nitossolos também em declividades baixas. Há uma parcela significativa de urbanização consolidada que se encontra nestas regiões de baixa fragilidade ambiental, e boa parte das expansões urbanas também podem ser vistas nestas regiões.

No mapeamento de restrição a urbanização, as áreas de baixa, média e alta

fragilidade ambiental, foram consideradas áreas de baixa, média e alta restrição a urbanização. Neste mapeamento foi possível também, propor áreas de expansão a urbanização, totalizando 26,2 km² de território para este fim.

O estudo e mapeamento de fragilidades ambientais no ambiente urbano é de grande importância, pois a partir dele é possível um planejamento urbano maior e uma menor ocorrência de impactos ambientais e sociais, proporcionando uma ordenação urbana mais eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Adelita Souza. **Relações urbanas na Zona de Fronteira do Iguaçu. Estudo de caso dos conjuntos habitacionais produzidos pela Itaipu Binacional.** 2011, 192f. Dissertação em Urbanismo - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, Campinas 2012.

BARBOSA, Valter Luís; NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes. **Paisagem, Ecologia Urbana E Planejamento Ambiental. Geografia (Londrina)** v. 18, n. 2, 2009 Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>>. Acesso em: 29 maio 2017.

BASTOS, C. A. B.; BRESSANI, L. A.; MARQUES, A.; RIBEIRO, L. C. **Avaliação geotécnica da erodibilidade de solos residuais da região metropolitana de Porto Alegre: ensaio de Inderbitzen.** Salão de Iniciação Científica (10: 1998 set. 19-23: UFRGS, Porto Alegre, RS). Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/90376>>. Acesso em: 20 abril. 2017.

BHERING, Silvio Barge; SANTOS, Humberto Gonçalves; BOGNOLA, Itamar Antonio; CURCIO, Gustavo Ribas; JÚNIOR, Waldir de Carvalho; CHAGAS, César da Silva; MANZATTO, Celso Vainer; ÁGLIO, Mário Luiz Diamante; SILVA, José de Souza. **Mapa de solos do estado do Paraná, legenda atualizada.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32, 2010, Uberlândia. Anais eletrônicos XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do solo. Uberlândia, 2010. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/578217/1/SP5507.pdf>>. Acesso em 20 abril. 2017.

CAMARA, Gilberto; MEDEIROS José Simeão de. Geoprocessamento Para Projetos Ambientais. Cap 10. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap10-aplicacoesambientais.pdf>> Acesso em: 08 julho 2017.

CAVIGLIONE, João Henrique; KIIHL, Laura Regina Bernardes; CARAMORI, Paulo Henrique; OLIVEIRA, Dalziza. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina: IAPAR, 2000. CD – IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. Disponível em: <<http://www.iapar.br/pagina-677.html>> Acesso em: agosto 2017.

COLAVITE, Ana Paula; PASSOS, Messias. Modestos. Integração de mapas de declividade e modelos digitais tridimensionais do relevo na análise da paisagem. **Revista Geonorte**, Paraná, v.2, n.4, p. 1547-1559, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/download/2212/2086>>. 20 abril. 2017.

CRUZ, Lísia Moreira; JÚNIOR, José Fernando Pinese; RODRIGUES, Silvio Carlos. **Abordagem Cartográfica Da Fragilidade Ambiental Na Bacia Hidrográfica Do Glória – MG.**In. Revista Brasileira de Cartografia Nº 62/03, 2010. p. 505 - 516. Disponível

em:<https://www.researchgate.net/profile/Silvio_Rodrigues/publication/257968632_A_BORDAGEM_CARTOGRAFICA_DA_FRAGILIDADE_AMBIENTAL_NA_BACIA_HIDROGRAFICA_DO_GLORIA_-_MG/links/559929e608ae793d137ec2a0.pdf>
Fitz, P.R. 2008. Geoprocessamento sem Complicação. São Paulo: Oficina de Textos. 160p. Acesso em 24 mar. 2017.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **AGRIAMBI – Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. n. 1, v. 10, p. 175-181. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n1/v10n1a26>> Acesso em: 20 agosto 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, 2006. 306p.

FITZ, Paulo Roberto, **Geoprocessamento sem Complicação**, São Paulo, Ed. Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo. Oficina de Textos, 2002.

FUJACO, Maria Augusta Gonçalves; LEITE, Mariangela Garcia Praça; MESSIAS, Maria Cristina Teixeira Braga. Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Escola Minas**, Ouro Preto, v.63, n.4, p. 695-701, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/4076/1/ARTIGO_An%C3%A1liseMultitemporalPEItacolomi.pdf>. Acesso em: 20 abril. 2017.

GHEZZI, Alessandra Oliveira. Avaliação E Mapeamento Da Fragilidade Ambiental Da Bacia Do Rio Xaxim, Baía De Antonina – Pr, Com O Auxílio De Geoprocessamento. 2003. 64 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná**. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/33951>> Acesso em: 24 mar. 2017.

GUERRA, Antônio José Teixeira (organizador); JORGE, Maria do Carmo Oliveira. Geomorfologia Urbana, Cap. 4: **Geomorfologia Urbana: Conceitos, Metodologias e Teorias**. Rio De Janeiro, 2011, 280p.

HESSEL, Fabiana de Oliveira; JUNIOR, Osmar Abílio de Carvalho; GOMES, Roberto Arnaldo Trancoso; MARTINS, Eder de Souza; GUIMARÃES, Renato Fontes. **Dinâmica e sucessão dos padrões da paisagem agrícola no município de cocos (Bahia). RA'EGA**, Curitiba, v.26, p. 128-156, 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/raega/article/view/30153/19463>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

HIGASHI, Rafael Augusto dos Reis. **Metodologia de uso e ocupação dos solos de cidades costeiras brasileiras através de SIG com base no comportamento geotécnico e ambiental**. 2006. 486f. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina, 1998. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos: dados gerais do município**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 29 maio. 2017.

JÚNIOR, José Carlos Ugeda; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Diagnóstico Ambiental na Cidade de Jales-SP, Brasil. In. **VI Seminário Latino-Americano De Geografia Física e II Seminário Ibero-Americano De Geografia Física**, 2010, Coimbra. 21p. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema4/jose>> Acesso em: 24 mar. 2017.

KAWAKUBO, Fernando Shinj; MORATO, Rúbia Gomes; CAMPOS, Kleber Cavaça; LUCHIARI, Ailton; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. Goiânia, 2005. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf>>. Acesso em: 20 abril. 2017.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F. **Introdução à prevenção de desastres naturais**. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. 57 pg

LANG, S.; GLÄSSER, C; BLASCHKE, T. **Processamento de Imagens num Ambiente Integrado SIG/Sensoriamento Remoto – Tendências e Consequências**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.

LIMA, Raphael Nunes de Souza. **Google earth aplicado a pesquisa e ensino da geomorfologia**. Revista de Ensino de Geografia, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 17-30, jul./dez. 2012. ISSN 2179-4510 - www.revistaensinogeografia.ig.ufu.br. Disponível em: <<http://www.revistaensinogeografia.ig.ufu.br/N.5/Art2v3n5final.pdf>> Acesso em: 17 ago. 2017.

MINEROPAR, **Mapa de solos do Estado do Paraná 2008**. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Solos.pdf> Acesso em 20 abril. 2017.

MOREIRA, A, M. **Uso de imagens do Google Earth capturadas através do software stitch map e do TM/Landsat-5 para mapeamento de lavouras cafeeiras – nova abordagem metodológica** In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011. Curitiba. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011.p. 481- 488.

ROCHA, Anderson Sandro; CUNHA, José Edézio; MARTINS, Vanda Moreira. **Mapeamento das fragilidades potencial e emergente da bacia hidrográfica do Córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon – Paraná.Revista Perspectiva Geográfica**, Marechal Cândido Rondon, v. 8, n.9, 2013. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/pgeografica/article/viewArticle/9593>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p.63- 74, 1994. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/viewFile/47327/51063>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor; AGUIAR, Daniel Alves de; SILVA, Wagner Fernando da; ADAMI, Marcos, GUSSO, Anibal. **Aplicação de séries temporais EVI/MODIS na identificação do uso e ocupação do solo anterior ao cultivo da cana-de-açúcar**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 5851-5856. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.18.01.19/doc/5851-5856.pdf>> Acesso em: 12 out. 2017.

SAITO, N. S.; SANTOS, A. C. F; SANTOS, A. R.; ARGUELLO, F. V. P.; EUGENIO, F. C.; MOREIRA, M.A. **USO DA GEOTECNOLOGIA PARA ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL**. Revista CERNE | v. 22 n. 1 | p. 11-18 | 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/744/74445561002/> > Acesso em: maio 2017.

SANTOS, Angélica Borges do; PETRONZIO, Juliana Abreu Crosara. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia – MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais eletrônicos XV Simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto - SBSR**. Curitiba, 2011. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0210.pdf>>. Acesso em: 20 abril. 2017.

SANTOS, Cesar Souza. **Aplicações de imagens de satélite de alta resolução no planejamento urbano: o caso do cadastro técnico multifinalitário de Mata de São João, Bahia**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.3843. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1683.pdf> > Acesso em: 25 agosto. 2017.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro; OKA-FIORI, Chisato; CANALI, Naldy Emerson;

FIORI, Alberto Pio; SILVEIRA, Claudinei Taborda da; SILVA, Julio Manoel França; ROSS, Jurandy Luciano Sanches. **Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Paraná, ano 7, n. 2, p. 03-12, 2006. Disponível em:

<http://www.ugb.org.br/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_7_n_2_2006/RBG_Ano_7_n_2_2006_03_12.pdf>. Acesso em: 20 abril. 2017.

SANTOS, Jorge. Processamento digital: Landsat 8. Processamento Digital – Geotecnologias e Software Livre.

Disponível em: <http://www.processamentodigital.com.br/wp-content/uploads/2013/08/20130531_Landsat8_download_USGS.pdf> Acesso em: 17 Ago. 2017.

SEMA. **Floresta Estacional Semidecidual: Séries Ecossistemas Paranaenses**. v.5. Curitiba. 2010. Disponível em:

<http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V5_Floresta_Estacional_Semidecidual.pdf>. Acesso em 20 abril. 2017.

SILVA, Alexandra Sigora; RIBEIRO, Vitor Hugo. Fragilidade ambiental e impactos erosivos ao longo do Córrego Mandacaru na área urbana do município de Maringá – PR. **Revista Percurso – NEMO**, Maringá, v.2, n.2, p.21-45, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/viewFile/11291/6408>> Acesso em: 29 mar. 2017.

VIEIRA, Ieda Maria; KURKDJIAN, Maria de Lourdes N. O. Integração de dados de expansão urbana e dados geotécnicos como subsídio ao estabelecimento de critérios de ocupação em áreas urbanas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. **Anais eletrônicos do VII SBSR**. Curitiba, 1993. Disponível em:

<<http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.00.16.35/doc/163-171.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2017.

XAVIER, Sinval Cantarelli. **O Mapeamento Geotécnico Por Meio De Geoprocessamento Como Instrumento De Auxílio Ao Planejamento Do Uso E Ocupação Do Solo Em Cidades Costeiras: Estudo De Caso Para Pelotas (RS)**. Tese de Mestrado em Engenharia Oceânica, 2010. Disponível em: <<http://www.engenhariaoceanica.furg.br/arquivos/xavier,s.c.pdf>> Acesso em: agosto 2017.