

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**NELSI SANTOS DAL CORTIVO
PATRICIA THIEMANN**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL E GEOTÉCNICA DA ÁREA URBANA E
PERIURBANA DE MEDIANEIRA – PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA
2016**

NELSI SANTOS DAL CORTIVO

PATRICIA THIEMANN

**ANÁLISE MULTITEMPORAL E GEOTÉCNICA DA ÁREA URBANA E
PERIURBANA DE MEDIANEIRA – PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, em Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Vanderlei Leopold Magalhães

MEDIANEIRA

2016



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



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE MULTITEMPORAL E GEOTÉCNICA DA ÁREA URBANA E PERIURBANA DE MEDIANEIRA - PR

por

**NELSI SANTOS DAL CORTIVO
PATRICIA THIEMANN**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 15:40h do dia 22 de junho de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. As candidatas foram arguidas pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Vanderlei Leopold Magalhães
Orientador

Prof. Me. Anderson Sandro da Rocha
Membro Titular

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

Prof^a. Dr^a. Carla Daniela Câmara
Membro Titular

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

Dedicamos este trabalho a nossa família
e amigos, por todo o apoio recebido.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por nos proporcionar condições para trilhar essa caminhada, iluminando nossos passos e nos dando sabedoria para enfrentar os desafios impostos.

A nossa família pelo amor, incentivo, suporte e motivação em todos os momentos de nossa vida. Principalmente aos nossos pais, Arcolino e Fatima, Neuza e Valmir pelo apoio, incentivo, cobrança e por estarem do nosso lado sempre.

Ao nosso Professor Me. Anderson Sandro da Rocha, que inicialmente foi o nosso orientador e que mesmo afastado por conta do Doutorado, continuou nos auxiliando até o final deste trabalho. Desta forma, nosso agradecimento mais que especial é direcionado a ele, pela sua sabedoria, paciência, incentivo e dedicação com que nos guiou nesta trajetória.

Ao nosso orientador Professor Dr. Vanderlei Leopold Magalhães pelo apoio e toda a ajuda necessária para a realização deste trabalho.

Aos professores do Curso de Engenharia Ambiental da UTFPR, que através dos seus ensinamentos transmitidos vieram a contribuir em nossa formação profissional e pela vontade de formar profissionais capacitados para o mercado de trabalho e para a vida.

A todos os amigos e colegas que compartilharam conosco as alegrias e dificuldades nesses cinco anos. Em especial a Ariane Mattos, Ana Peterle, Bruna Bazei, Cassia Martini, Daliane Davies, Helen Bonato, Raíssa Ostjen, Stephanie Godoy, Paula Gabriela Ripp, Ana Paula Gusmão, Ediane Ferrazzo, Leticia Lauren Dalmollin e Nayra Mendes. Obrigada pela amizade e por tantas boas lembranças que teremos dessa fase.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Muito obrigada!

“A natureza deve ser considerada como um todo, mas deve ser estudada em detalhe”
(Mário Bunge).

RESUMO

CORTIVO, Nelsi Santos Dal; THIEMANN, Patrícia. **Análise multitemporal e geotécnica da área urbana e periurbana de Medianeira - PR**. 2016. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

O processo de urbanização tem causado diversas alterações ao meio natural, e para controlar esses problemas, a análise multitemporal e o mapeamento geotécnico tornam-se instrumentos que auxiliam no monitoramento e na análise dos processos que envolvem o meio urbano. Considerando a importância da análise geotécnica para implantação de técnicas de conservação, o presente trabalho visa à análise e mapeamento geotécnico da área urbana e periurbana do município de Medianeira. Foi possível elaborar o mapa temático de uso do solo, com o objetivo de realizar a identificação das áreas de expansão urbana dos anos 2003, 2006 e 2014 utilizando-se o software livre Google Earth Pro. Também foram elaborados mapas temáticos do solo, utilizando-se o software Global Mapper e o mapa de declividade com a ajuda do software livre Spring, para posteriormente servirem de base para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental que é usado para identificar as áreas de baixa e alta fragilidade, e por último, foi elaborado o mapa de restrição a expansão urbana baseado no mapa de fragilidade ambiental. Estes mapeamentos se mostraram de grande importância para a ocupação adequada do território por incluírem diferentes componentes do meio ambiente possibilitando uma melhor compreensão dos limites e potencialidades da área a ser ocupada. Portanto, este mapeamento poderá subsidiar o planejamento urbano e ambiental da cidade de Medianeira.

Palavras-chave: Mapeamento geotécnico. Análise multitemporal. Expansão urbana.

ABSTRACT

CORTIVO, Nelsi Santos Dal; THIEMANN, Patrícia. **Multi-temporal and geotechnical analysis of urban and peri-urban area of the city of Medianeira - PR.** 2016. 55f. Term paper (Bachelor's degree in Environmental engineering) – Federal Technological University of Paraná. Medianeira, 2016.

The urbanization process has led to many alterations on the natural environment, and to control these issues, multi-temporal analysis and geotechnical mapping become instruments that help in monitoring and analyzing processes involving the urban environment. Considering the importance of geotechnical analysis to implement conservation techniques, this paper aims to analyze and geotechnically map the urban and peri-urban area of the city of Medianeira. It was possible to develop the thematic map of land use, in order to carry out the identification of expanding urban areas of 2003, 2006 and 2014 using Google Earth Pro software. Moreover, thematic soil maps were also developed using Global Mapper software, and a slope map was prepared using Spring software, to later be used as a basis for the preparation of the environmental vulnerability map, which is used to identify areas of low and high fragility. Finally, it was prepared the map of restriction of urban sprawl based on the environmental vulnerability map. These mappings have proved to be of great importance to the proper occupation of the territory, since they include different components of the environment, enabling a better understanding of the limits and potentials of the area to be occupied. Therefore, this mapping can support urban and environmental planning of the city of Medianeira.

Keywords: Geotechnical mapping. Multi-temporal analysis. Urban sprawl.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mesorregião Oeste do Paraná com destaque para o município de Medianeira.....	23
Figura 2 - Mapa hipsométrico da área urbana e periurbana do município de Medianeira-PR.	25
Figura 3 - Limite da área de estudo, contendo a área urbana e periurbana do município de Medianeira.	26
Figura 4 - Mapa de uso e cobertura do solo do ano de 2003 da área urbana e periurbana do município de Medianeira.	32
Figura 5 - Mapa de uso e cobertura do solo do ano de 2006 da área urbana e periurbana do município de Medianeira.	33
Figura 6 - Mapa de uso e cobertura do solo do ano de 2014 da área urbana e periurbana do município de Medianeira.	33
Figura 7 – Identificação da mudança na paisagem referente aos anos de 2006 e 2014.	34
Figura 8 - Identificação do aumento da área urbana dos anos de 2003, 2006 e 2014.	35
Figura 9 - Aumento da área urbana em relação aos anos de 2006 e 2014.	36
Figura 10 - Evolução da expansão urbana de Medianeira dos anos de 2003, 2006 e 2014.	37
Figura 11 - Mapa de solos da área urbana e periurbana do município de Medianeira.	38
Figura 12 - Mapa de declividade da área urbana e periurbana do município de Medianeira.....	40
Figura 13 - Mapa de fragilidade ambiental da área urbana e periurbana de Medianeira.....	42
Figura 14 - Mapa de restrição a expansão urbana da área de estudo.	47

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Área de alta declividade considera como de alta fragilidade ambiental.	41
Fotografia 2 - Área considerada de baixa fragilidade ambiental.....	43
Fotografia 3 - Área considerada de alta fragilidade por conter afloramento de rochas.	45
Fotografia 4 - Área considerada de alta fragilidade por conter possivelmente Gleissolos.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Graus de fragilidade em decorrência da declividade (adaptado de ROSS, 1994).	29
Tabela 2 - Graus de fragilidade em decorrência do tipo de solo (adaptado de Ross, 1994).	30
Tabela 3 - Densidade demográfica de Medianeira – PR.....	37
Tabela 4 - Descrição das classes de declividades da área de estudo.	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 URBANIZAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS	16
3.2 ANÁLISE MULTITEPORAL DA URBANIZAÇÃO.....	17
3.3 A IMPORTÂNCIA DO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO NO PLANEJAMENTO URBANO.....	18
3.4 MAPEAMENTO GEOTÉCNICO COM O AUXILIO DE SIG	19
3.5 CARACTERIZAÇÃO DA EXPANSÃO URBANA DE MEDIANEIRA	21
4 METODOLOGIA.....	23
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	23
4.2 COLETA DE DADOS	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO DA ÁREA URBANA E PERIURBANA DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA	32
5.2 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL ...	38
6 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico vem nos últimos anos promovendo o aumento da urbanização. Esse processo não garantiu a sustentabilidade do aglomerado urbano, pois o homem ao invés de se adaptar as condições do meio físico, impôs as suas próprias condições, fazendo com que, o uso e a ocupação ocorressem de maneira inadequada, desconsiderando os seus limites e potencialidades, causando assim, problemas ambientais.

Para controlar os problemas ambientais levando em consideração o desenvolvimento urbano sustentável, a análise multitemporal e o mapeamento geotécnico tornam-se instrumentos da análise dos processos que envolvem o meio urbano.

Primeiro, porque os estudos da evolução da malha urbana permitem a reconstrução e reavaliação das ações do passado, além de detectar e prever problemas e demandas do aglomerado urbano. Segundo, por que uma vez conhecido o meio físico, se reconhece as potencialidades e fragilidades do espaço urbano, seja para implementação de obras da engenharia, planejamento territorial ou exploração dos recursos naturais.

A finalidade do mapeamento geotécnico é avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico, fazendo a representação em meio cartográfico dos componentes geológicos-geotécnicos de grande importância para o uso e ocupação do solo em projetos e construções quando aplicados nos problemas ambientais.

Desta forma, com o auxílio de mapas temáticos como: solo, declividade, fragilidade ambiental e uso do solo; é possível analisar e monitorar as áreas que estão em risco, para posteriormente utilizar práticas de conservação nas quais necessitam de recuperação ambiental. Áreas de riscos podem ser entendidas como locais não propícios à construção de casas, por ser um local de alta fragilidade ambiental, por exemplo, encostas de morros e beiras de rios.

Estes estudos são, atualmente, alavancados com as ferramentas de geoprocessamento, por permitir através de interpretação de imagens de satélites a apresentação e a análise do espaço de forma dinâmica, além de possibilitar a identificação das transformações de uma determinada área em foco ao longo de um determinado período de tempo.

Considerando a importância da análise geotécnica para implantação de técnicas de conservação, a presente pesquisa visa à análise e mapeamento geotécnico da área urbana e periurbana do município de Medianeira, no intuito de contribuir com o planejamento urbano e a contenção de impactos em ambientes de maior fragilidade natural. Bem como, uma análise multitemporal nos anos de 2003, 2006 e 2014, da evolução da expansão urbana do município de Medianeira.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar através da análise multitemporal e do mapeamento geotécnico, as potencialidades e fragilidades da área urbana e periurbana do município de Medianeira – PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a evolução da expansão urbana do município de Medianeira – PR através da análise multitemporal dos anos de 2003, 2006 e 2014.

- Elaborar mapas temáticos: mapa pedológico, mapa de declividade, mapa de uso e cobertura do solo, mapa de fragilidade ambiental e mapa de restrição a urbanização da área urbana e periurbana do município de Medianeira – PR.

- Diagnosticar a fragilidade ambiental e à restrição a urbanização da área urbana e periurbana do município de Medianeira – PR.

- Contribuir com informações geotécnicas para o planejamento ambiental da área urbana e periurbana do município de Medianeira – PR.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 URBANIZAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS

Nos últimos 50 anos o processo tecnológico-industrial promoveu o crescimento dos centros urbanos (COSTA; NISHIYAMA, 2012). Esse crescimento urbano aliado à industrialização têm tido um papel fundamental nos danos ambientais ocorridos nas cidades, em decorrência da pressão, significativa, exercida sobre o meio físico urbano. Este crescimento rápido e desordenado que tem ocorrido principalmente em países em desenvolvimento, é o principal responsável pelas transformações ambientais (GUERRA; MARÇAL, 2010).

A urbanização tende a impactar cada vez mais o meio, degradando-o e poluindo-o de diversas formas afetando toda flora e fauna dos ecossistemas. Isso ocorre devido ao mau uso do solo e a implementação de atividades poluidoras, sendo ainda maior o impacto quando as ocupações ocorrem de forma irregular (SILVA; RIBEIRO, 2010).

Com o desequilíbrio dos sistemas ambientais, as situações de risco as quais as populações estão sujeitas, passaram a ser um problema ao poder público, pois a ocupação em áreas de inundações, áreas com declividades sujeitas a movimentos de massa e também áreas sujeitas a processos erosivos aumentam cada vez mais (XAVIER; PORTELLA; BRESSANI, 2015).

Devido aos problemas decorrentes da expansão da urbanização, cria-se a necessidade de se pensar em um desenvolvimento sustentável, que é *“aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”* este conceito foi publicado em 1987 no Relatório Brundtland, documento intitulado Nosso Futuro Comum (1991).

A preocupação com a análise e o entendimento da ocupação urbana por meio de mapeamentos que buscam diagnosticar os grandes centros urbanos vem ganhando destaque devido ao aumento dos problemas ambientais relacionados com a expansão urbana. Pois estes mapeamentos buscam a diminuição dos efeitos negativos da ocupação desordenada (VIEIRA; KURKDJIAN, 1993).

3.2 ANÁLISE MULTITEPORAL DA URBANIZAÇÃO

Para se entender os fenômenos associados à ocupação de uma determinada região, é indispensável o conhecimento dos padrões de uso da terra ao longo do tempo. Para isso, faz-se necessário o uso da análise multitemporal por possibilitar a extração de informações do mesmo local em momentos distintos. Segundo Hessel et al. (2012), a análise multitemporal por sensoriamento remoto permite compreender a ocupação do espaço geográfico fornecendo subsídios para detectar e prever problemas e demandas, auxiliando assim, no monitoramento dos recursos naturais.

No caso de estudos das transformações do uso da terra, a utilização de técnicas de geoprocessamento é apropriada, por permitir a elaboração de uma base georreferenciada possibilitando a apresentação e a análise do espaço de forma dinâmica. Além disso, possibilita o acompanhamento temporal das transformações na área em foco ao longo de um determinado período de tempo. Por isso, ampliou-se a utilização de técnicas de geoprocessamento, conjuntamente com o sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas em diversos trabalhos aliados a evolução urbana (FUJACO; LEITE; MESSIAS, 2010).

Para o estudo e monitoramento de objetos e fenômenos de superfície terrestre, como detectar a expansão urbana, são utilizadas as imagens de satélite (FLORENZANO, 2008). Para isso, são necessárias imagens de alta resolução espacial por permitir ampliar uma área com mais detalhes, possibilitando o mapeamento de lavouras pequenas, no entanto, o custo desta imagem é muito maior que uma com resolução espacial menor (MOREIRA et al., 2007).

Estas imagens de alta resolução podem ser processadas (classificadas pixel a pixel) em ambiente de SIG para geração de mapas temáticos do espaço urbano ou através de classificação manual por interpretação visual. Cita-se como exemplo o mapeamento de Alves et al. (2010), que utilizaram imagens de satélite de alta resolução na classificação manual e análise multitemporal (2000 e 2006) da região do distrito de Cidade Tiradentes e entorno.

Em muitos casos, devido à alta resolução espacial a edição vetorial é o melhor caminho a ser seguido, haja vista a confusão de classes que podem existir numa classificação por máxima verossimilhança, por exemplo.

De acordo com Blaschke e Strobl (2001) procedimentos clássicos baseados em pixel apresentam limitações (*salt-and-pepper effect*) na interpretação automática de imagens de satélite de altíssima resolução, como as de até 1 metro (QuickBird eikonos).

Nestes casos, o princípio da vetorização é aplicado para a obtenção dos objetos operacionais, ou seja, é o processo que transforma a imagem original do formato matricial ao vetorial, formado por pontos, linhas e polígonos (VIEIRA, 1998).

3.3 A IMPORTÂNCIA DO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO NO PLANEJAMENTO URBANO

O levantamento dos atributos do meio físico é indispensável nos estudos de planejamento de uso e ocupação do solo, pois permite uma melhor compreensão da área a ser ocupada (COSTA; NISHIYAMA, 2012). Segundo Elis e Zuquette (1995) o planejamento e a fiscalização da ocupação ganharam grande importância, com isso, documentos gerados por mapeamento geotécnico se mostraram uma importante ferramenta, uma vez que, retratam as características e variações dos componentes do meio ambiente.

A identificação e mapeamento geotécnico das áreas de risco de um determinado local possibilitam a ocupação adequada do território, por se tratar de uma análise que inclui diferentes componentes do ambiente. Por isso é considerado uma ferramenta para a caracterização e entendimento organizacional do espaço, como base para ações e estudos futuros (HIGASHI, 2006).

“o mapeamento geotécnico consiste no levantamento de informações referentes às características de atributos do meio físico, visando orientar o planejamento, ocupação, manejo e conservação de determinada porção do espaço. Dentre os atributos do meio físico, analisamos os relacionados com a rocha, o solo, as águas e o relevo, bem como suas interações e influências sobre o meio biótico e antrópico. A aplicação do mapeamento geotécnico visa ainda auxiliar na mitigação de problemas em curso, realizar previsão e prevenção de problemas futuros possibilitando a economia de recursos” (SILVA et al., 2000, p. 1).

De acordo com Roque (2006), o mapeamento geotécnico surgiu no início do

século XX, como um instrumento para compreender o comportamento do meio físico com enfoque em obras de engenharia. Somente na segunda metade do século, as questões ambientais foram introduzidas aos objetivos do estudo pela necessidade de se identificar os limites ambientais no uso e ocupação do meio físico.

No Brasil, o desenvolvimento da cartografia geotécnica se iniciou na década de 1960 em decorrência de alguns trabalhos pioneiros, entre os quais se destaca o de Heine no mapeamento geotécnico do Estado da Guanabara (BASTOS, 2005).

“Portanto, o mapeamento do meio físico é, hoje, indispensável para qualquer forma de planejamento do uso e ocupação do meio físico, pois por intermédio da espacialização dos atributos permite uma melhor compreensão da área a ser ocupada. Cabe ressaltar que o mapeamento utiliza conhecimentos gerais, ou seja, busca também conhecimento básico de outras ciências, como Hidrogeologia, Pedologia, Biologia e Geografia. Isso se deve a uma característica marcante: a multidisciplinaridade” (COSTA; NISHIYAMA, 2012, p. 347).

Este mapeamento geotécnico da origem a um mapa das áreas de risco, onde ocorre a delimitação e identificação dos possíveis locais de maior fragilidade ambiental. Este mapa, leva em consideração diferentes componentes da natureza, uma vez que qualquer alteração desses componentes pode alterar o seu estado de equilíbrio dinâmico (ROCHA; CUNHA; MARTINS, 2013).

Os resultados do mapeamento geotécnico são de grande relevância no zoneamento ambiental, uma vez que, o zoneamento é a delimitação de um determinado espaço, em porções distintas, estas são obtidas através da avaliação de diferentes temas, levando em consideração o objetivo do estudo. O zoneamento ambiental é um instrumento de ordenação territorial que visa proporcionar de forma eficaz a conservação da natureza e seus recursos, juntamente com os usos do solo, assegurando o desenvolvimento sustentável (BERNASCONI; ABAD; MICOL, 2008).

3.4 MAPEAMENTO GEOTÉCNICO COM O AUXÍLIO DE SIG

As ferramentas de geoprocessamento são amplamente utilizadas no gerenciamento territorial, uma vez que, com um Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) é possível gerar vários tipos de mapas, estes, que

podem ser utilizados para descrever se uma determinada região possui ou não risco ambiental de acordo com o tipo de uso e ocupação do solo (ALVARENGA et al., 2013).

Para Higasshi e Bim (2010) o SIG é indispensável para a criação de mapas como: declividade, solo, uso e ocupação do solo e relevo; através de representações espaciais aliadas às informações disponíveis, gerados a partir de um banco de dados criados em uma base computacional.

Muitos trabalhos são realizados com o auxílio de SIG, Alvarenga et al. (2013), utilizaram o SIG para gerar um mapa de susceptibilidade e escorregamento de massa com comprovações a campo, que lhes deu base para geração um mapa preliminar de risco geotécnico para a cidade de Alegre-ES. Gomes, Sobreira e Castro (2007) avaliaram por meio de técnicas de geoprocessamento as principais áreas de risco geológico/geotécnico de Ouro Preto-MG, através de um banco de dados georreferenciado que proporcionou a identificação das regiões de susceptibilidade. Coelho, Alves e Oliveira (2007) utilização o SIG em seu estudo para criar o mapa de potencial de uso e ocupação através do cruzamento dos planos de informações geológico-geotécnico com o de declividade. Destacou ainda, que o SIG serve de suporte nas tomadas de decisões, pois este fornece a possibilidade de análises, permitindo assim simular, testar e avaliar modelos preestabelecidos.

Segundo Santos e Petronzio (2011), o mapeamento do uso do solo consiste na busca de se conhecer qual a forma que a área de interesse está sendo utilizada, permitindo a caracterização das interações antrópicas com o meio ambiente. São de grande importância por possibilitar a identificação das áreas de risco ou aquelas que já foram intensamente degradadas em uma determinada região, sendo um suporte as decisões de planejamento e ao desenvolvimento sustentável.

“Os mapas de uso do solo têm grande importância por demonstrarem a partir da interpretação de imagens de satélites as áreas ocupadas por pastagem, agricultura, vegetação natural nativa, cursos de rios e outras feições. Possibilitam também a indicação de áreas de risco ou aquelas que já foram intensamente degradadas em determinada região, bem como a distinção entre variações ocorridas devido à evolução da paisagem e as provocadas pelo homem” (SANTOS; PETRONZIO, 2011, p. 6185).

Os mapas de uso do solo podem ser realizados através dos processos de vetorização ou classificação de imagens de alta resolução. As imagens de alta

resolução espacial permitem ampliar uma área com mais detalhes, ficando fácil de mapear lavouras pequenas, no entanto, o custo desta imagem é muito maior do que uma imagem com resolução espacial menor (MOREIRA et al., 2007).

Outros mapas podem ser criados com os Sistemas de Informações Geográficas, inclusive os mapas temáticos: mapa pedológico, mapa de declividade e mapa de fragilidade ambiental. Segundo Bhering et al. (2012), o mapeamento do solo é um dos materiais básicos para avaliar o potencial das terras bem como uma fonte de informação para o desenvolvimento sustentável e para diversas interpretações que visem a conservação ambiental e a defesa das condições ambientais.

Colavite e Passos (2012) descrevem os mapas de declividade como uma ferramenta importante para a análise do relevo, pois constituem uma forma de representação temática da distribuição espacial de diferentes graus de inclinação que podem existir em um terreno, dessa maneira, pode-se analisar a paisagem no local. Ao fazer a associação do mapa de declividade aos modelos digitais tridimensionais do relevo, é possível fazer a visualização das relações existentes entre os diferentes graus de declividade e sua posição na vertente, podendo ser identificadas áreas com maior probabilidade à erosão e com fragilidade natural.

A Carta de Fragilidade Ambiental é o resultado da integração das informações referentes à declividade e ao solo. Kawakudo et al. (2005), considera este mapa uma das principais ferramentas utilizadas no planejamento territorial por permitir a avaliação das potencialidades do meio ambiente de forma integrada, considerando as características naturais e suas restrições.

3.5 CARACTERIZAÇÃO DA EXPANSÃO URBANA DE MEDIANEIRA

Segundo a Prefeitura Municipal de Medianeira (2016) a cidade foi fundada em 1951, após os fundadores da Colonizadora Industrial e Agrícola Bento Gonçalves Ltda. iniciarem com o projeto de colonização em 1949. A sua elevação à autonomia de distrito ocorreu com a Lei municipal nº 99/52 e, posteriormente, se tornou município através do seu desmembramento de Foz do Iguaçu com a Lei

Estadual nº 4245/60, contudo, somente em 28 de novembro de 1961 a cidade foi instalada oficialmente na sede do antigo distrito de Medianeira.

De acordo com Jacinto (2013), a ocupação do estado do Paraná foi movida fundamentalmente pela atividade econômica. Inicialmente, a história da ocupação e colonização do oeste do Paraná se deu por meio da exploração da erva-mate, da imigração sulista, da derrubada da floresta, da pesca e caça, entre outros. O processo de ocupação/colonização de Medianeira ocorreu simultaneamente ao processo de povoamento dos municípios contidos no oeste do Paraná.

Nas décadas de 1960 e 1970, algumas obras de infraestrutura, tais como: Ponte Internacional da Amizade, unindo Brasil e Paraguai (1965); o asfaltamento da BR 277 (1969); e a implementação da usina hidrelétrica de Itaipu (início dos anos 1970), foram decisivas na ocupação do território. Essas obras subsidiaram a ocupação efetiva dos municípios localizados no extremo oeste do estado.

Na década de 1980 iniciou-se a expansão das áreas urbanas das pequenas cidades do oeste do Paraná, dentre elas Medianeira, em decorrência da mecanização agrícola e principalmente pelo processo de industrialização. Esses dois fatores fizeram com que a população urbana da cidade de Medianeira quase dobrasse, entre as décadas de 1970 e 1980 (JACINTO, 2013). Municípios como Medianeira, Toledo, Palotina apresentaram dinâmica própria, dependendo do agronegócio e tendo sua atividade econômica voltada para a agropecuária. Além disso, Medianeira, foi beneficiada com a BR 277, corroborando no desenvolvimento local, que propicia ao comércio de bens e serviços maior dinamismo com relação às demais cidades do entorno. O que favoreceu o escoamento da produção agroindustrial (JACINTO; MENDES; PEREHOUSKEI, 2012).

Para Jacinto; Mendes; Pehouskei (2012), outro fator importante para o crescimento populacional da área urbana do município, além dos setores agropecuários e industriais, é a centralidade do município no que tange a formação nos cursos técnicos em nível de ensino médio e ensino superior, com destaque para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Contribuindo para um fluxo diário de estudantes dos municípios próximos, bem como, de outras unidades da federação brasileira.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Medianeira localiza-se na Microrregião de Foz do Iguaçu, que por sua vez, está inserida na mesorregião Oeste do estado do Paraná (Figura 1).

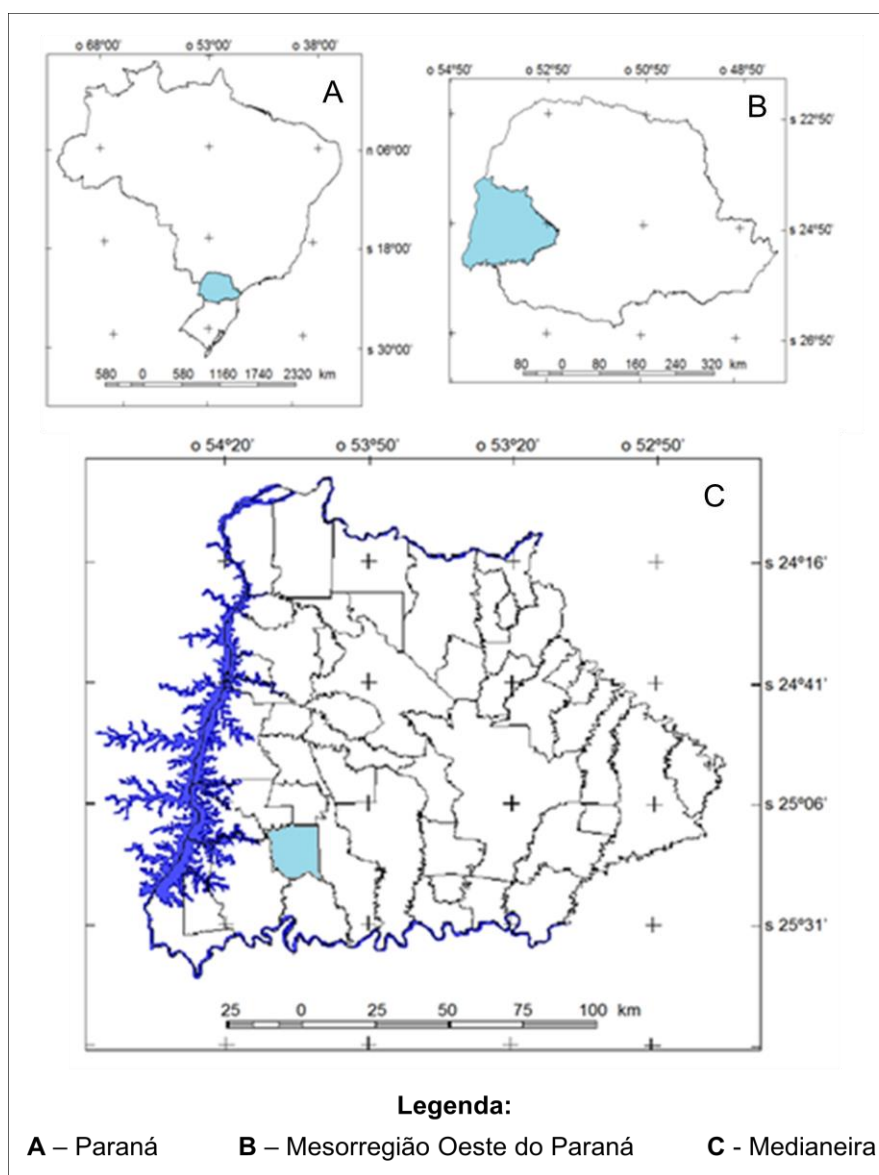


Figura 1 - Mesorregião Oeste do Paraná com destaque para o município de Medianeira.

A sede municipal abrange as coordenadas geográficas 25°17'40"S e 54°05'30"W. Possui área total de 314.632km², que corresponde a 0,2% do Estado, e 41.817 habitantes, sendo 37.390 residentes na área urbana (IBGE 2010).

Segundo Santos et al. (2006), o município de Medianeira faz parte da subunidade morfoescultural denominada Planalto de Foz do Iguaçu, que situa-se no Terceiro Planalto paranaense (ou Planalto Arenito-Basáltico) que corresponde a 2/3 do território paranaense e é caracterizado por relevos planálticos. O Planalto de Foz do Iguaçu apresenta como formas predominantes, topos aplainados, vertentes convexas e vales em "V" aberto, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.

Do ponto de vista da estrutura geoecológica, a cidade é composta principalmente de rochas ígneas extrusivas, como o Basalto. No que se refere à distribuição da cobertura pedológica, o município apresenta basicamente cinco classes de solo, sendo os Latossolos e Nitossolos os mais representativos, seguido dos Neossolos, Gleissolos e Chernossolos (EMBRAPA, 2013).

A vegetação do Oeste do Paraná é composta basicamente por Floresta Estacional Semidecidual, que originalmente recobria boa parte do Terceiro Planalto Paranaense, estando hoje restrita a fragmentos isolados. A Floresta Estacional Semidecidual é a única formação fitogeográfica da área de abrangência do município de Medianeira e distribui-se particularmente nos setores de fundo de vale e reservas legais (SEMA, 2010).

Segundo as folhas topográficas do ITCG - Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (1980), o município de Medianeira está localizado no divisor de águas de duas bacias hidrográficas (bacia do Rio Iguaçu e a bacia do Paraná 3). O município possui oito rios, mas a área em estudo encontra-se inserida nas bacias do Rio Alegria e Rio Represa Grande (Figura 2). O Rio Alegria nasce a leste do distrito sede de Medianeira, abastece a cidade e é o principal corpo receptor de drenagem do perímetro urbano.

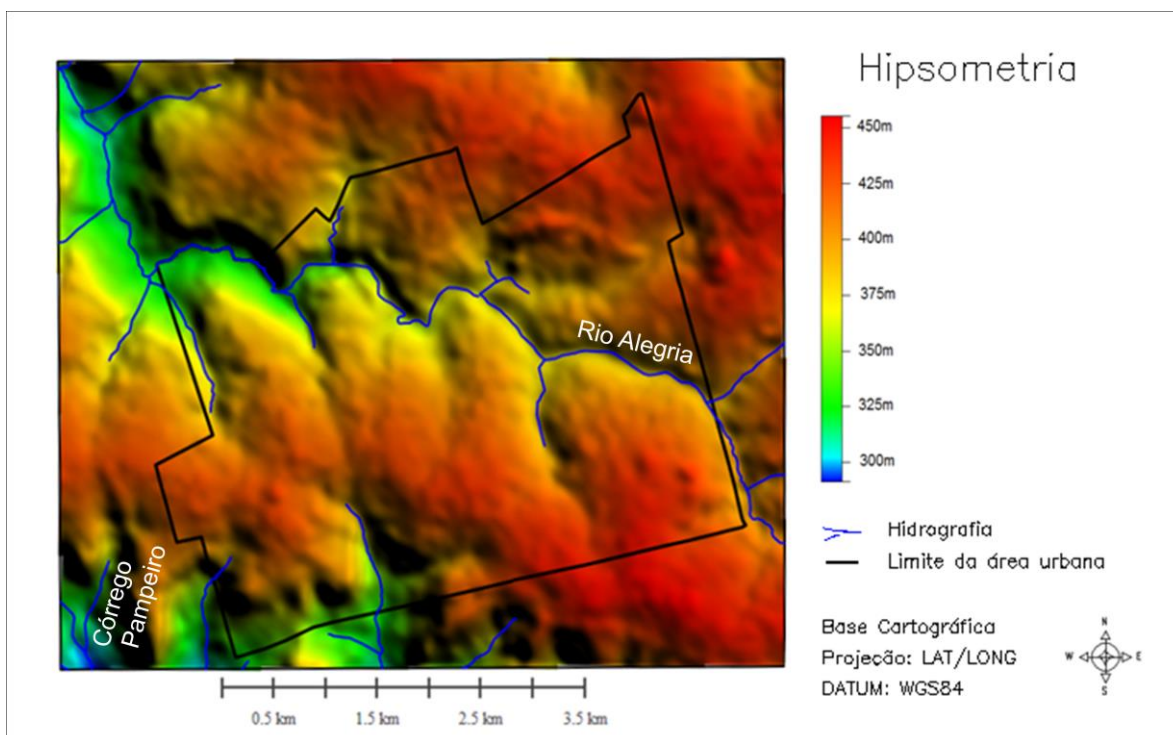


Figura 2 - Mapa hipsométrico da área urbana e periurbana do município de Medianeira-PR.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o município de Medianeira é classificado como Cfa (clima temperado úmido com verão quente), ou seja, clima subtropical. A temperatura média no mês mais frio é inferior a 18°C e no mês mais quente é superior a 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e com tendência a concentração das chuvas nos meses de verão, no entanto, sem estação seca definida (IAPAR, 1998).

4.2 COLETA DE DADOS

Para atingir os objetivos desta pesquisa, a primeira etapa do trabalho consistiu na elaboração do mapa temático de uso do solo, com o objetivo de se realizar a identificação das áreas de expansão urbana dos anos de 2003, 2006 e 2014. Para a realização deste e dos outros mapas, definiu-se um retângulo envolvente (Figura 3) tomando por base a área urbana e periurbana da cidade de Medianeira.



Figura 3 - Limite da área de estudo, contendo a área urbana e periurbana do município de Medianeira.

Fonte: Google Earth Pro

A terceira etapa destinou-se à elaboração dos mapas temáticos do solo e declividade da área em estudo. Estes mapas serviram de base na elaboração do mapa de fragilidade ambiental, que tem por finalidade a identificação das áreas de baixa, média e alta fragilidade ambiental.

A quarta etapa consistiu na elaboração do mapa de restrição à expansão urbana baseado no mapa de fragilidade ambiental. Este mapa identifica as áreas de baixa, média e alta restrição à urbanização.

A estrutura metodológica seguiu a seguinte ordem:

- a. Elaboração dos mapas da área urbana de Medianeira

Este mapa foi elaborado no software livre Google Earth Pro que combina imagens de satélite com as características do terreno, fornecendo a visualização 3D da superfície da terra em uma interface considerada de fácil manipulação, possibilitando aos usuários fazerem: medições avançadas utilizando linhas, caminhos, polígonos e círculos; importação de arquivos e imagens; impressões de alta resolução; exportação de arquivos e entre outros.

Além deste, utilizou-se o Software de geoprocessamento Global Mapper na versão Trial, onde é possível: exibir e editar os mais populares formatos de raster, vetores e dados de elevação; criar pontos, linhas e áreas; rotacionar, adicionar escala e mover feições em mapas; dentre outros.

Com o objetivo de se realizar a análise multitemporal da expansão urbana da cidade de Medianeira, realizou-se o mapeamento das áreas urbanizadas dos anos de 2003, 2006 e 2014. Escolheram-se esses anos por serem os anos com imagens disponíveis no software utilizado.

O mapeamento ocorreu através da criação de polígonos, no software Google Earth Pro, de todas as áreas urbanizadas contidas na área de estudo. Após este mapeamento, estes polígonos foram exportados em formato KML para serem importados posteriormente no software Global Mapper dando origem aos mapas das áreas urbanas de 2003, 2006 e 2014.

b. Elaboração do Mapa de uso do solo

Para a realização do mapa de uso do solo, utilizou-se o software Google Earth Pro por meio do qual foram criados polígonos para os diferentes usos do solo contidos dentro do limite geográfico estipulado (Figura 3), sendo eles: área agrícola, área de pastagem, área de mata e área urbanizada. Os usos do solo foram diferenciados através das cores empregadas nos polígonos. O mapeamento foi feito para os anos de 2003, 2006 e 2014 com o objetivo de se verificar as mudanças no uso do solo entre os anos estudados.

c. Elaboração do mapa de declividade

Utilizou-se o software livre SPRING versão 5.2.6 disponibilizado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) que é um SIG (Sistema de Informações

Geográficas) com funções de processamento de imagens, consulta a banco de dados espaciais, modelagem numérica de terreno e análise espacial.

Inicialmente criou-se um banco de dados, com gerenciador SQLite, onde são gravadas todas as informações e definições do projeto. Em seguida foi criado o projeto, com projeção LAT/LONG e *datum* SIRGAS 2000, que se refere à área física do trabalho, correspondendo a um retângulo envolvente (área de projeto).

A Projeção LAT/LONG tem por objetivo fornecer a resolução do pixel em graus. O *datum* é um ponto geodésico utilizado como referência na construção de mapas e na recuperação das informações neles contidas, no Brasil o *datum* oficial a partir do ano de 2015 é o SIRGAS 2000.

Na sequência, criou-se um novo modelo de dados numérico (MNT) onde foram importados os dados altimétricos SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) do projeto TOPODATA. A SRTM consiste em um sistema de radar que foi utilizado para mapear o relevo da área continental da Terra e o projeto TOPODATA fez um refinamento das imagens SRTM transformando sua resolução espacial original de 90 metros para 30 metros.

Em seguida, marcou-se a imagem SRTM e criou uma grade de declividade através da função Declividade, selecionando: grade como entrada, declividade como saída, porcentagem como unidade e a opção de 32 bits.

Uma nova categoria de modelo temático foi criada, nesta categoria foram identificadas as classes temáticas do mapa levando em consideração a classificação de declividade de Ross (1994) e por fim, realizou-se o fatiamento, que consiste na geração de uma imagem temática a partir de uma grade, ou seja, definem-se as fatias e associam-se a elas as respectivas classes de declividade.

d. Elaboração do mapa pedológico

O mapa pedológico foi realizado no software Global Mapper com base no mapa de solos da área urbana do município, disponibilizado pelo Plano Diretor do Município de Medianeira (2007). Este mapa não era georreferenciado, desta forma foi necessário se fazer o georreferenciamento do mesmo.

Para se completar o mapeamento disponibilizado, levou-se em consideração a declividade do terreno, sendo que em locais:

- onde a declividade era alta considerou-se a existência de Neossolos por estes solos serem característicos de relevos com declives mais acentuados;
- onde a declividade era baixa considerou-se a existência de Latossolo Vermelho, por serem característicos de relevo plano a suave ondulado;
- onde a declividade era média e próximo aos rios considerou-se a existência de Nitossolo Vermelho, por serem típicos das porções médias e baixas de encostas onduladas até fortemente ondulada, bem como de áreas bem drenadas próximas aos cursos d'água.

A sua elaboração ocorreu através da vetorização das áreas correspondentes aos tipos de solo, sendo eles: Latossolo Vermelho, Nitossolo Vermelho, Neossolo e Gleissolo; que foram identificados com as cores laranja, bordo, cinza e azul respectivamente.

e. Elaboração do mapa de fragilidade

Consideraram-se três classes de fragilidade (Tabela 1) de acordo com as formas do relevo (fraca, média e forte) que seguiram os valores limites-críticos da Geotecnia e a metodologia de Ross (1994).

Tabela 1 - Grau de fragilidade em decorrência da declividade (adaptado de ROSS, 1994).

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%

As classes de solos foram adaptadas da metodologia de Ross (1994) buscando utilizar índices de fragilidade baseados nos solos encontrados na área de estudo. Essa metodologia utilizada relaciona o grau de erosão dos solos decorrentes do escoamento superficial difuso e concentração das águas pluviais. As classes condizentes com a distribuição dos solos da área de estudo estão apresentadas em

negrito na Tabela 2, bem como os graus de fragilidade em decorrência do tipo de solo.

Tabela 2 - Graus de fragilidade em decorrência do tipo de solo (adaptado de Ross, 1994).

Atributo	Classes de Fragilidade	Classes de Solos
1	Baixo	Latossolo Vermelho , Latossolo Vermelho- Amarelo, textura argilosa
2	Baixo	Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho- Amarelo, textura média
3	Médio	Nitossolo Vermelho , Chernossolo, Argissolo Vermelho, textura argilosa
4	Médio	Argissolo Vermelho- Amarelo, textura média
5	Alto	Neossolos , Cambissolos, Gleissolos

Considerou-se um local de alto risco ambiental onde:

- havia um alto grau de fragilidade em relação ao tipo do solo e da declividade;
- havia um alto grau de fragilidade em decorrência do tipo do solo e um médio grau de fragilidade em relação à declividade;
- havia um alto grau de fragilidade em decorrência da declividade e um médio grau de fragilidade em relação ao tipo de solo.

Considerou-se um local de médio risco ambiental aquele onde:

- havia um médio grau de fragilidade em decorrência do tipo de solo e declividade;
- havia um médio grau de fragilidade em decorrência do tipo do solo e um baixo grau de fragilidade em relação à declividade;
- Havia um médio grau de fragilidade em decorrência da declividade e um baixo grau de fragilidade em relação ao tipo de solo.

Considerou-se um local de baixo risco ambiental aquele que possuía um baixo grau de fragilidade em relação ao tipo de solo e declividade.

Após a identificação das áreas de baixo, médio e alto risco ambiental, foi realizada a vetorização das mesmas identificando-as, respectivamente, com as cores: verde, amarelo, e vermelho.

f. Elaboração do mapa de restrição à urbanização

Para a elaboração deste mapa, levou-se em consideração o mapa de fragilidade ambiental, ou seja, locais com alto risco ambiental foram considerados de alta restrição para a expansão urbana, locais com médio risco ambiental considerou-se como de média restrição a expansão urbana e, locais com baixo risco ambiental foram considerados como de baixa restrição a expansão urbana.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO DA ÁREA URBANA E PERIURBANA DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA

Elaborou-se os mapas de uso e cobertura do solo da área urbana e periurbana do município de Medianeira, dos anos de 2003 (Figura 4), 2006 (Figura 5) e 2014 (Figura 6) onde se diferenciou as áreas: agrícola, pastagem, mata e urbanizada.

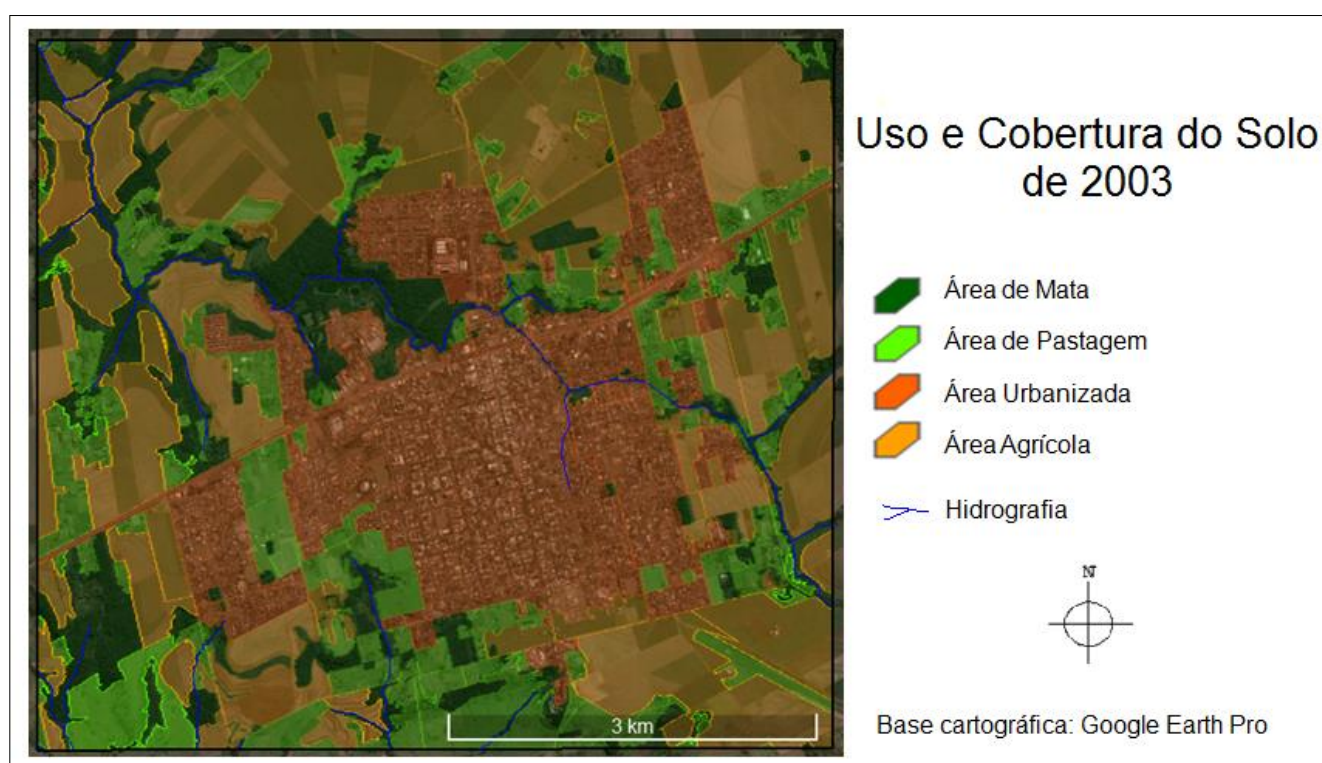


Figura 4 - Mapa de uso e cobertura do solo do ano de 2003 da área urbana e periurbana do município de Medianeira.

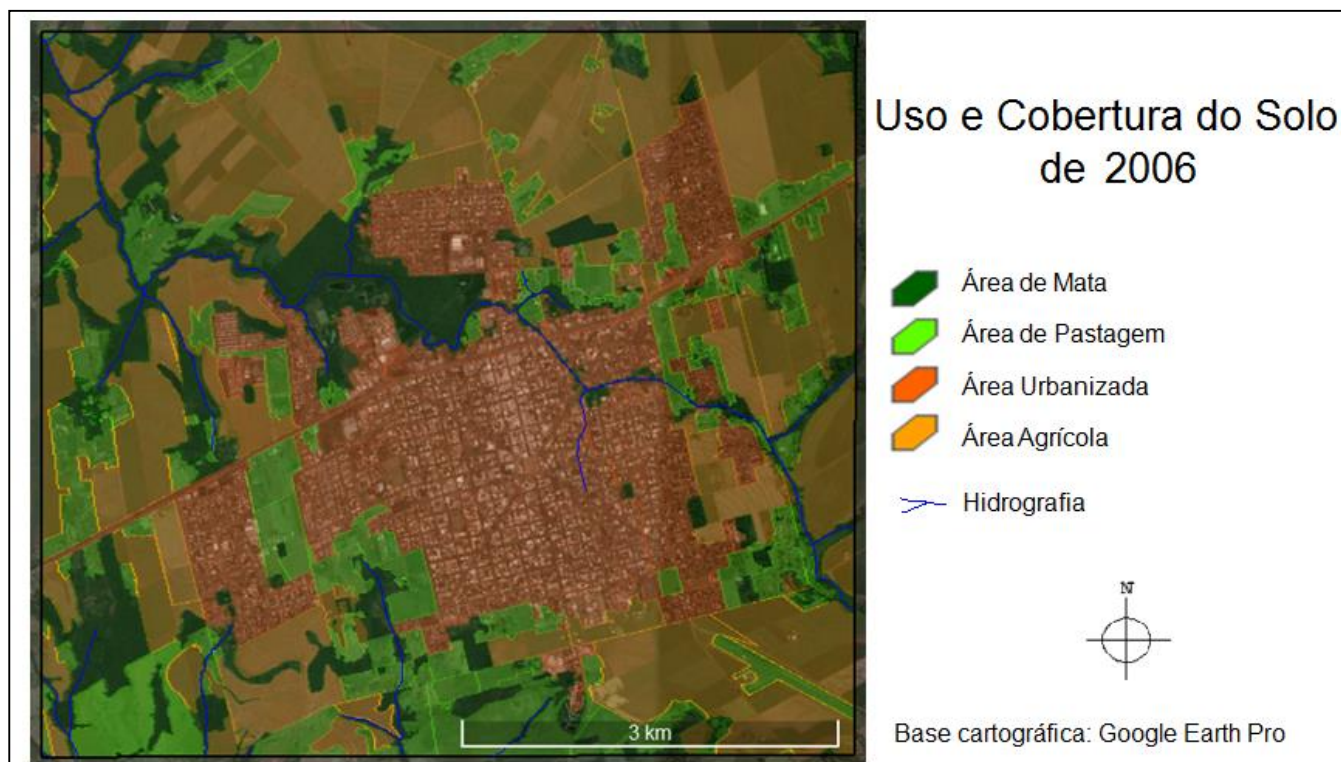


Figura 5 - Mapa de uso e cobertura do solo do ano de 2006 da área urbana e periurbana do município de Medianeira.

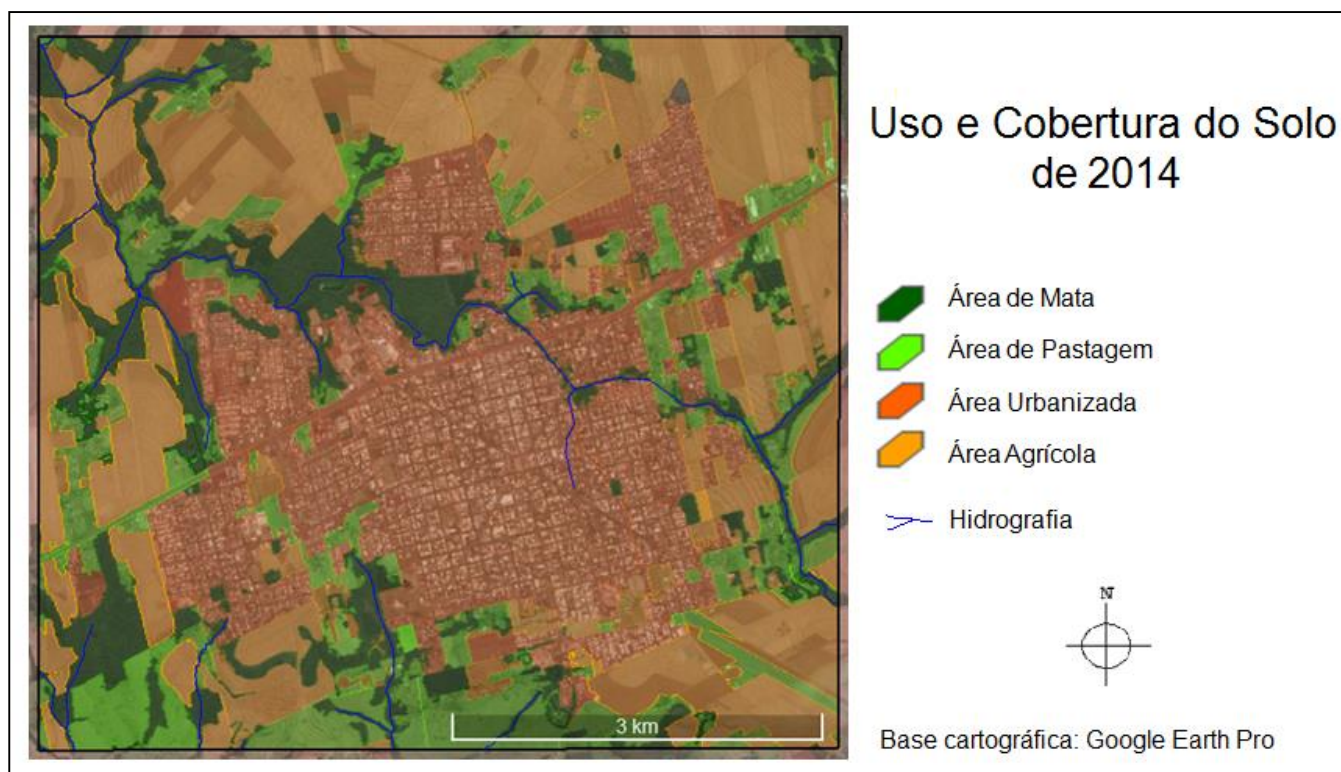


Figura 6 - Mapa de uso e cobertura do solo do ano de 2014 da área urbana e periurbana do município de Medianeira.

A análise dos mapas de uso e cobertura do solo, referentes aos anos de 2003 e 2006 da área de estudo, permitiu observar que não houve grandes mudanças no uso do solo entre estes anos considerando apenas as áreas de mata, pastagem e área agrícola.

Porém, se relacionarmos os anos de 2006 e 2014, observa-se grandes mudanças. Alguns dos principais pontos de mudança, que identificadas e ilustradas na Figura 7, foram: a diminuição da área de mata para dar origem à uma nova área agrícola ao noroeste da cidade; o aumento da área agrícola em relação à área de pastagem no setor sul da imagem.



Figura 7 – Identificação da mudança na paisagem referente aos anos de 2006 e 2014.

Em relação à expansão das áreas urbanas, a área que obteve o aumento mais significativo considerando os mapeamentos referentes aos anos de 2003 e 2006, está a noroeste do mapa de uso e cobertura do solo de 2006, onde um novo loteamento surgiu no bairro Jardim Irene.

Neste caso, em 2003 esta área era parte de uma área agrícola que acabou sendo loteada, dando origem a uma nova área urbana, este processo se estendeu até o ano de 2014 onde toda a área agrícola do entorno passou a ser uma área urbanizada. Está indicado como área 1 (Figura 8) onde este processo se iniciou.

Este aumento pode estar relacionado com a indústria Frimesa que após a sua inauguração em 1980 na cidade, necessitou de uma grande quantidade de mão-de-obra desenvolvendo assim, a comunidade e os bairros no seu entorno.

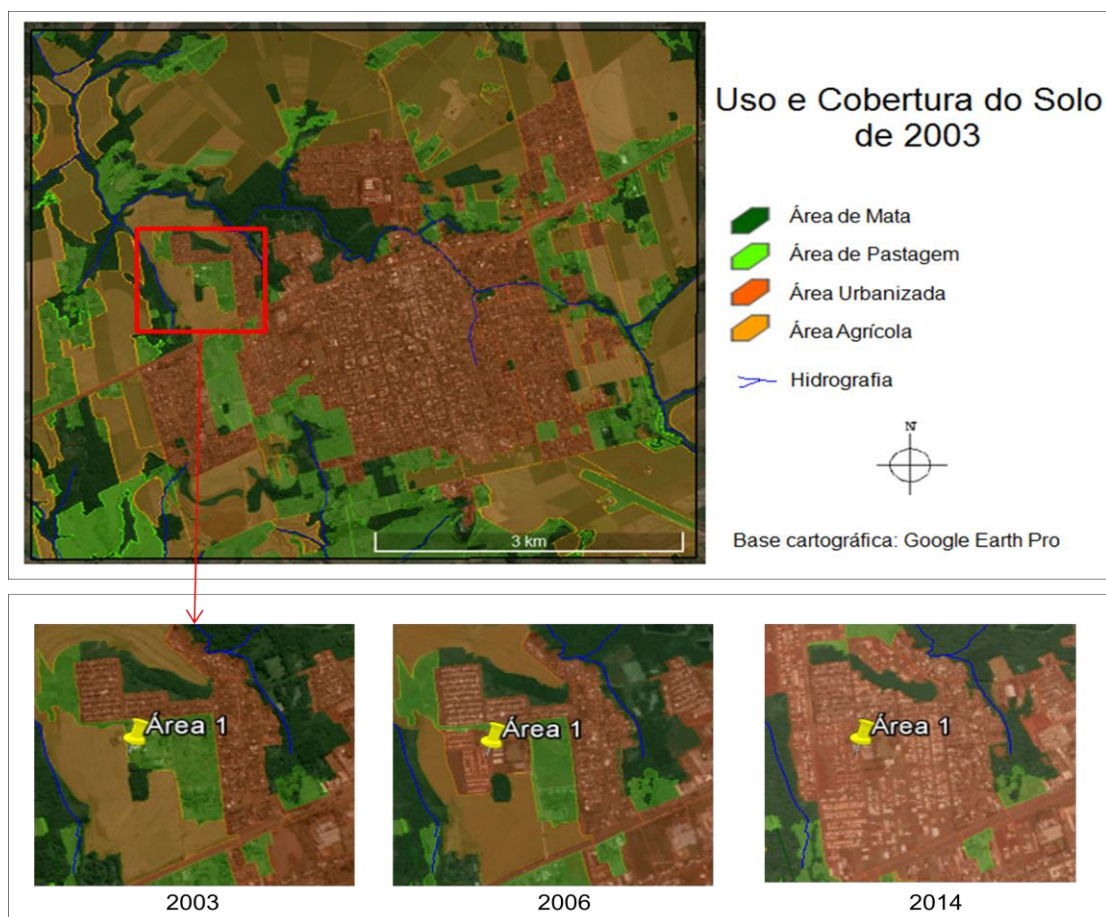


Figura 8 - Identificação do aumento da área urbana dos anos de 2003, 2006 e 2014.

Em relação aos anos de 2006 e 2014, observam-se grandes mudanças na ampliação da área urbana. Além da citada na Figura 8, a ampliação pode ser observada: na transformação da área de pastagem, ao centro-oeste do perímetro urbano, em área agrícola e área urbana; o aumento da área construída sobre a área agrícola, na região norte da cidade; ilustrado respectivamente na Figura 9.

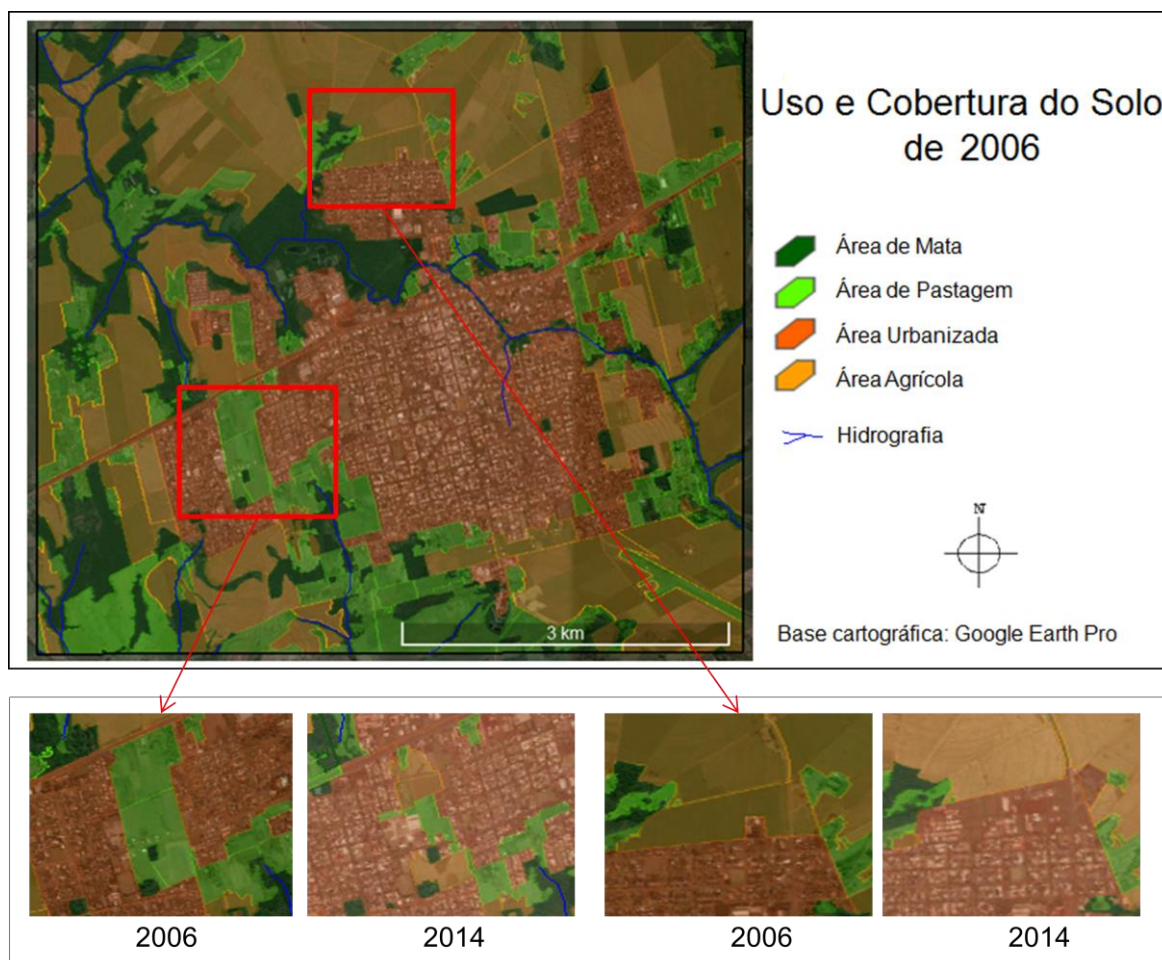


Figura 9 - Aumento da área urbana em relação aos anos de 2006 e 2014.

O crescimento da área urbana na região centro-oeste pode estar relacionada com a mudança da unidade de Medianeira do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (Cefet/Pr) para Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) que ocorreu no dia sete de outubro de 2005. Esta transição aumentou o número de estudantes, segundo dados repassados pela instituição, em 2005 eram 1130 alunos regulares e em 2014 esse número passou para 1605 alunos regulares.

O número em si pode não ser tão expressivo, mas pode-se inferir que aumentou o número de estudantes, técnicos administrativos e professores oriundos de outras cidades e/ou estados, que está associado à criação de novos cursos de Engenharias que passaram a ser ofertados pela Instituição. Com isso, criou-se uma dinâmica particular em Medianeira, onde as políticas públicas e a rede empresária são abruptamente solicitadas a criar novos estabelecimentos como moradia (casas, prédios), sobretudo, através de novos loteamentos para que seja suprida a nova demanda.

Dados do IBGE (Tabela 3) confirmam o aumento populacional a partir do ano de 2000.

Tabela 3 - Densidade demográfica de Medianeira – PR.

Anos	Medianeira
2000	37.827
2007	38.397
2010	41.817

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010.

Esta expansão das áreas urbanas pode ser melhor visualizada na Figura 10, onde encontra-se o mapa da evolução da expansão urbana, demonstrando a evolução da expansão urbana no município de Medianeira entre os anos de 2003, 2006 e 2014

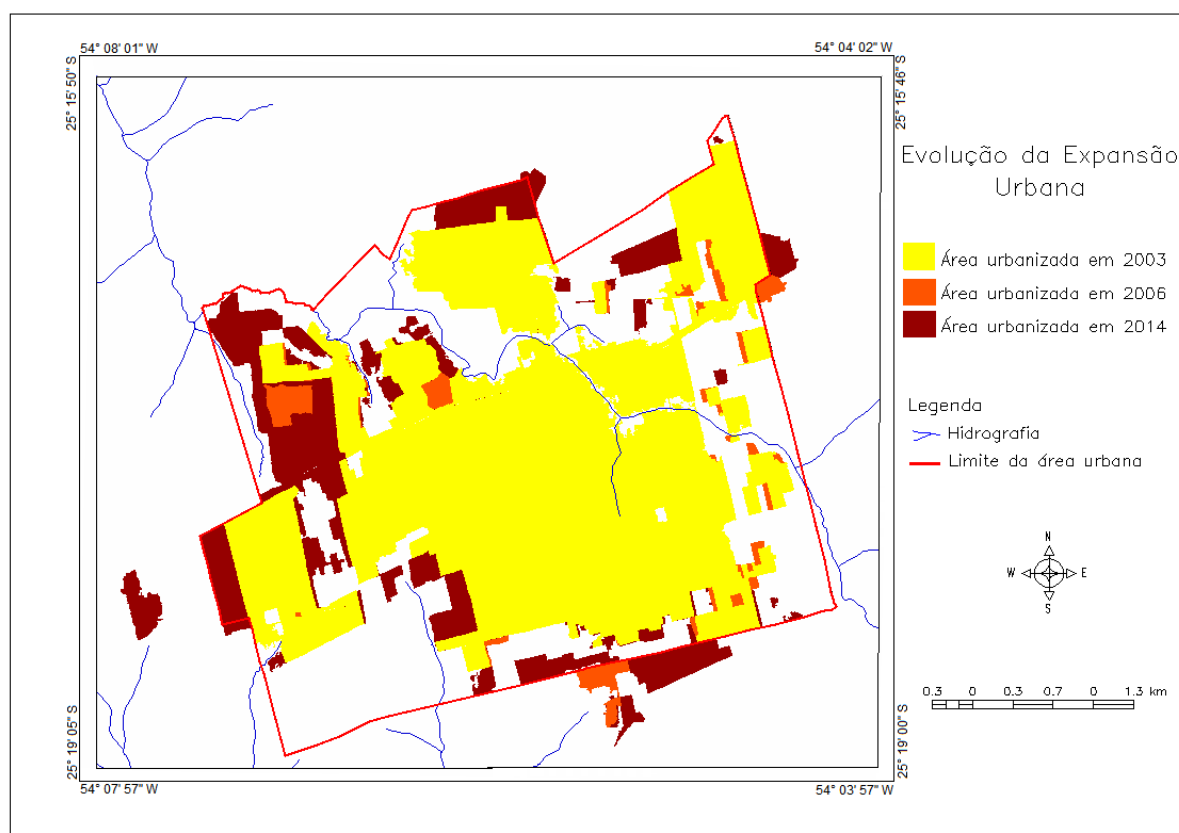


Figura 10 - Evolução da expansão urbana de Medianeira dos anos de 2003, 2006 e 2014.

Verifica-se que houve uma nítida expansão dessas áreas na cidade de Medianeira, principalmente, após 2006. Comparando os documentos cartográficos de 2006 e 2014, as regiões oeste, noroeste, norte e sul foram as que apresentaram as maiores expansões da área urbana. Elas ocorreram principalmente sobre áreas agrícolas e, em menor número, sobre áreas de pastagem.

5.2 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

O mapeamento das áreas de fragilidade ambiental considerou o tipo de solo e a declividade da área em estudo. Os tipos de solos encontrados foram: Latossolo Vermelho, Nitossolo Vermelho, Neossolo e Gleissolo (Figura 11).

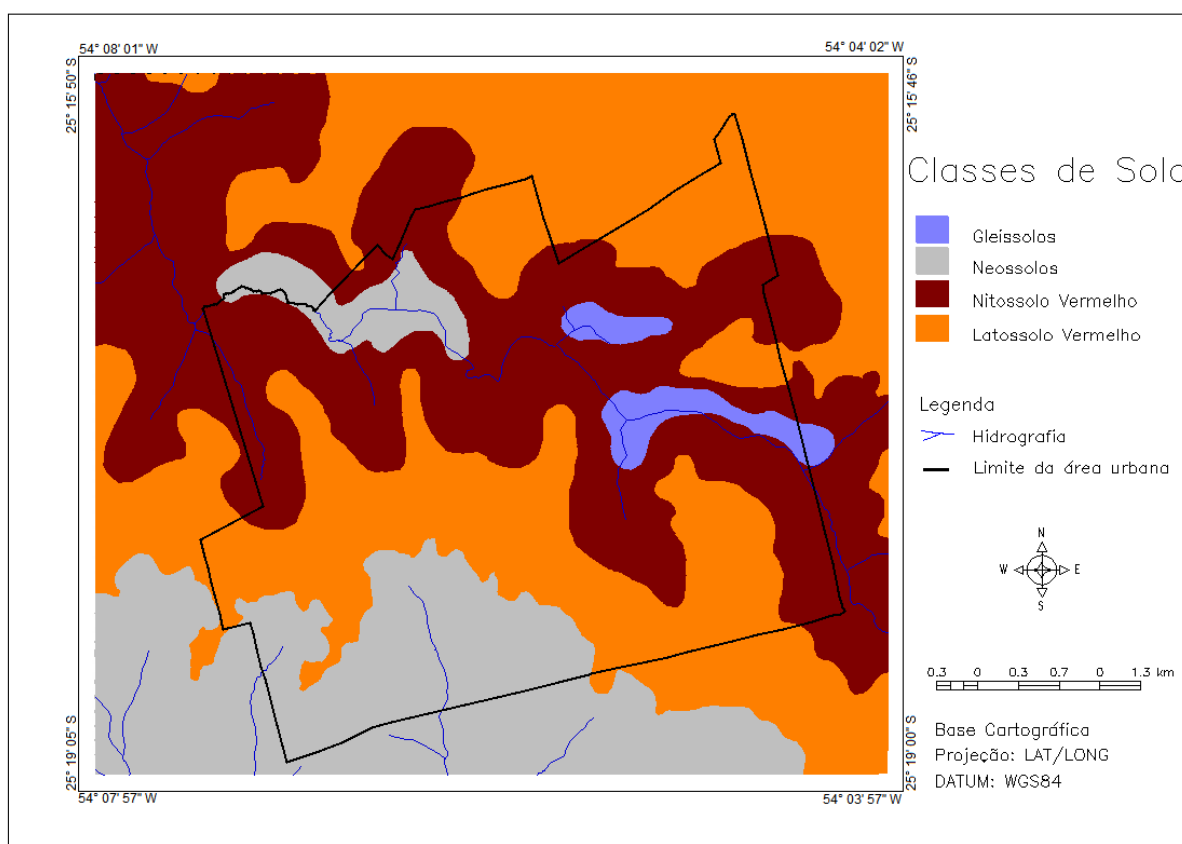


Figura 11 - Mapa de solos da área urbana e periurbana do município de Medianeira.

Os Latossolos Vermelhos são solos avançados no estágio de intemperização, ou seja, são solos muito evoluídos (EMBRAPA, 2006). Conseqüentemente são encontrados em relevos planos a suave ondulado da área em estudo, o que facilita a sua utilização para a urbanização.

Os Nitossolos Vermelhos são solos menos evoluídos se comparado aos Latossolos e, conseqüentemente, menos profundos (EMBRAPA, 2006). Neste caso, estão ligados a locais de média declividade, geralmente na média e baixa vertente. Por estarem em relevos ondulados e por serem mais rasos, apresentam limitações em relação ao uso pela moderada susceptibilidade à erosão e deslizamentos.

Os Neossolos são solos com baixo desenvolvimento pedogenético, ou seja, são solos pouco evoluídos (EMBRAPA, 2006). Estão localizados na área em estudo, em locais de maior declividade por isso são solos de baixa profundidade, conseqüentemente, de elevada susceptibilidade aos processos erosivos e a movimentos de massa. Por isso, esses solos devem ter restrições ao seu uso e indispensáveis práticas de manejo conservacionistas para evitar a degradação dos mesmos.

Os Gleissolos encontram-se periodicamente saturados por água, salvos se houver um sistema artificial de drenagem (EMBRAPA, 2006). Neste caso, estão próximos aos cursos d'água por isso, seus usos devem ser limitados por apresentarem lençol freático elevado e risco de inundação ou alagamentos frequentes.

Além dos tipos de solo, a declividade também é outro fator importante que deve ser levada em consideração no mapeamento das áreas de fragilidade ambiental. Através do mapa de declividade (Figura 12) é possível verificar os diferentes graus de inclinação do terreno, possibilitando identificação das áreas com maior probabilidade à erosão e de fragilidade natural.

Considera-se que, quanto maior a declividade maior será a fragilidade aos processos erosivos se considerarmos que, quanto maior a declividade maior será a velocidade do escoamento superficial, conseqüentemente, maior será o volume de materiais carreados devido à força erosiva.

A inclinação do declive é um fator que influencia na erosão hídrica, pois quanto maior a inclinação, maior será o volume e a velocidade da enxurrada o que ocasiona a diminuição da infiltração da água no terreno. A área indicada na

Fotografia 1 é um exemplo de local com alta declividade, o que impossibilita a urbanização.

Esses problemas são agravados quando o terreno possui impermeabilização, uma vez que, quando maior a impermeabilização menor será a infiltração e maiores serão os riscos de alagamentos nos centros urbanos.

Por isso é tão importante a conservação de áreas permeáveis nos centros urbanos, pois elas facilitam a infiltração e reduzem os riscos de alagamentos e enchentes. Além de diminuir o volume de materiais carregados que ocasionam o assoreamento dos rios.

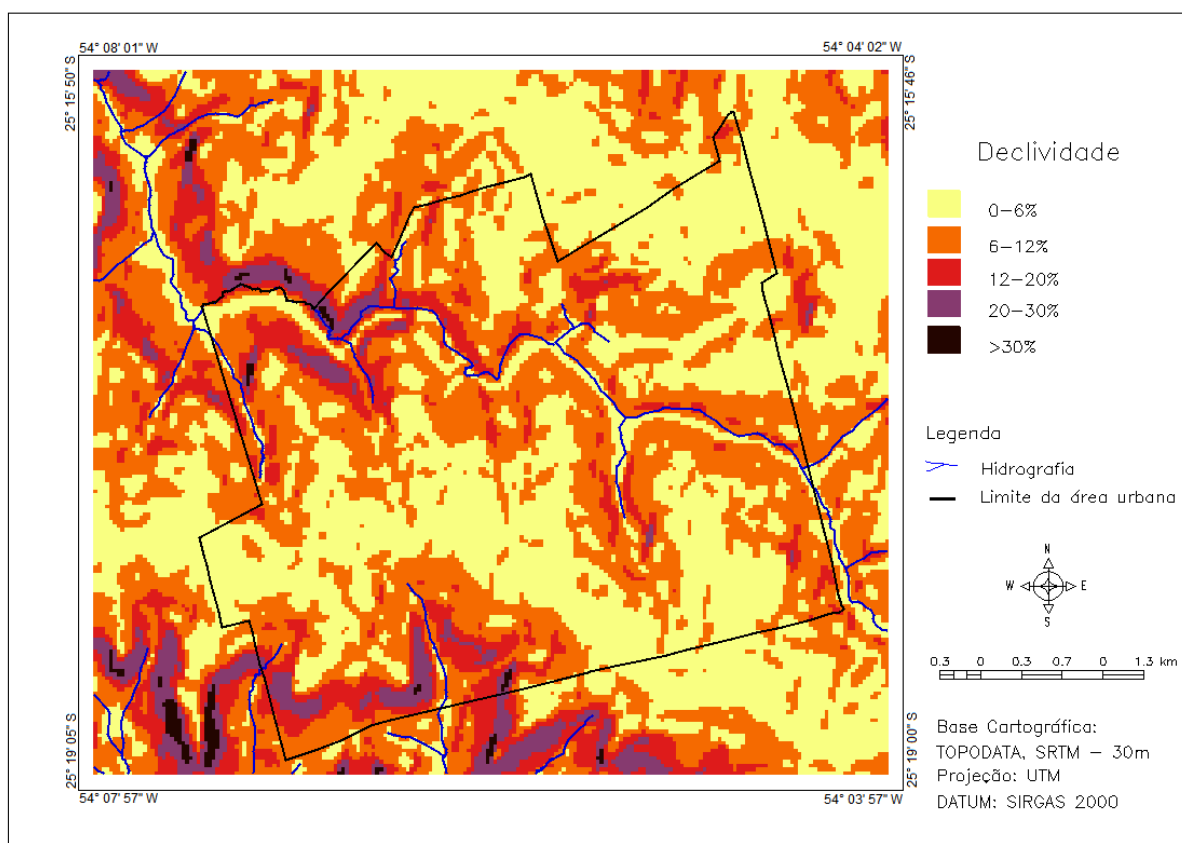


Figura 12 - Mapa de declividade da área urbana e periurbana do município de Medianeira.



Fotografia 1 - Área de alta declividade considera como de alta fragilidade ambiental.

Cerca de 40% da área em estudo possui declividade recomendada para a urbanização por apresentarem baixo grau de fragilidade ambiental. Áreas de médio e alto grau de fragilidade somam cerca de 40% e 4% respectivamente, de acordo com as classes de declividade da área de estudo (Tabela 4).

Tabela 4 - Descrição das classes de declividades da área de estudo.

Declividade (%)	Área (km ²)	Porcentagem
0 – 6	16.291312	44,1
6 – 12	14.980396	40,5
12 – 20	4.065657	11,0
20 – 30	1.443824	3,9
> 30	0.189323	0,5

Com o cruzamento das informações relacionadas à declividade e ao solo, obtidas nos materiais cartográficos, obtém-se o mapa de fragilidade ambiental (Figura 13), que se refere ao grau de fragilidade ambiental ao qual está submetida à área urbana e periurbana de Medianeira.

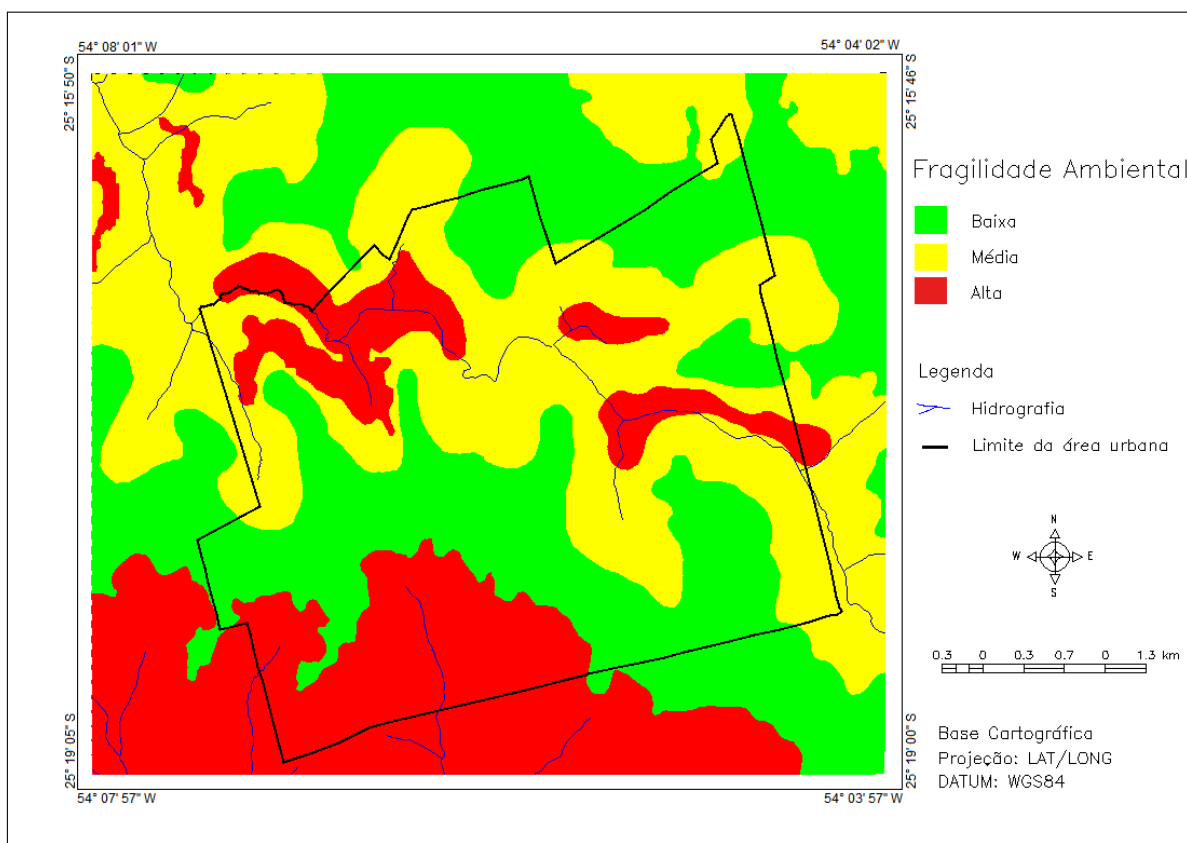


Figura 13 - Mapa de fragilidade ambiental da área urbana e periurbana de Medianeira.

Áreas de fraca fragilidade ambiental possuem predominância de Latossolo Vermelho, que são considerados solos profundos, conseqüentemente, com maior

estabilidade e menor risco as obras urbanas. Além de serem solos bem drenados o que facilita a infiltração da água, diminuindo assim, os riscos de alagamentos e enchentes. As áreas de fraca fragilidade possuem ainda relevo plano (Fotografia 2) com declividade que varia de 0 a 6%, diminuindo assim o risco de processos erosivos por escoamento superficial.



Fotografia 2 - Área considerada de baixa fragilidade ambiental.

As áreas onde predominam Nitossolo Vermelho como tipo de solo e declividade variando de 12 a 20%, considerou-se de média fragilidade ambiental. Pelo fato de possuir solo em níveis médios de fragilidade no que se refere aos graus de erodibilidade, ao considerar o escoamento superficial difuso e o concentrado das águas pluviais. Considerou-se ainda, média fragilidade onde havia Latossolos Vermelho e declividade variando de 12 a 20%, pelos riscos de erosão ligados a declividade do terreno.

Em declividades mais elevadas que podem passar de 30% ocorre a predominância dos Neossolos, estes solos são rasos, propiciando uma elevada susceptibilidade à inundação, movimentos de massa e aos processos erosivos. Estes locais se ocupados pela urbanização podem oferecer riscos à população, uma vez que, os processos erosivos e os movimentos de massa podem ocasionar o desmoronamento de casas, construções e vias urbanas. Por conta destes fatores, estes locais foram considerados de alta fragilidade ambiental.

Os Neossolos podem estar presentes em locais onde a declividade não é tão acentuada, da mesma forma, estes locais também devem ser considerados de alta fragilidade ambiental, por muitas vezes terem o afloramento de rochas o que inviabiliza a urbanização. A Fotografia 3 ilustra um exemplo de local onde a declividade não é tão acentuada, contudo, os solos são rasos resultando no afloramento de rochas.



Fotografia 3 - Área considerada de alta fragilidade por conter afloramento de rochas.

Locais com Gleissolos foram considerados de alta fragilidade ambiental (Fotografia 4) por encontrarem-se periodicamente saturados por água e, conseqüentemente, possuírem elevado risco de inundação ou alagamentos frequentes. Estes solos normalmente se localizam em áreas de preservação permanentes (APP) por estarem próximos aos cursos hídricos e nascentes.



Fotografia 4 - Área considerada de alta fragilidade por conter possivelmente Gleissolos.

Conhecendo os locais de baixa, média e alta fragilidade ambiental é possível identificar as áreas de restrição a expansão urbana (Figura 14), ou seja, locais considerados de alta fragilidade ambiental são considerados de alta restrição a

urbanização, locais de média e baixa fragilidade possuem, respectivamente, média e baixa restrição a urbanização.

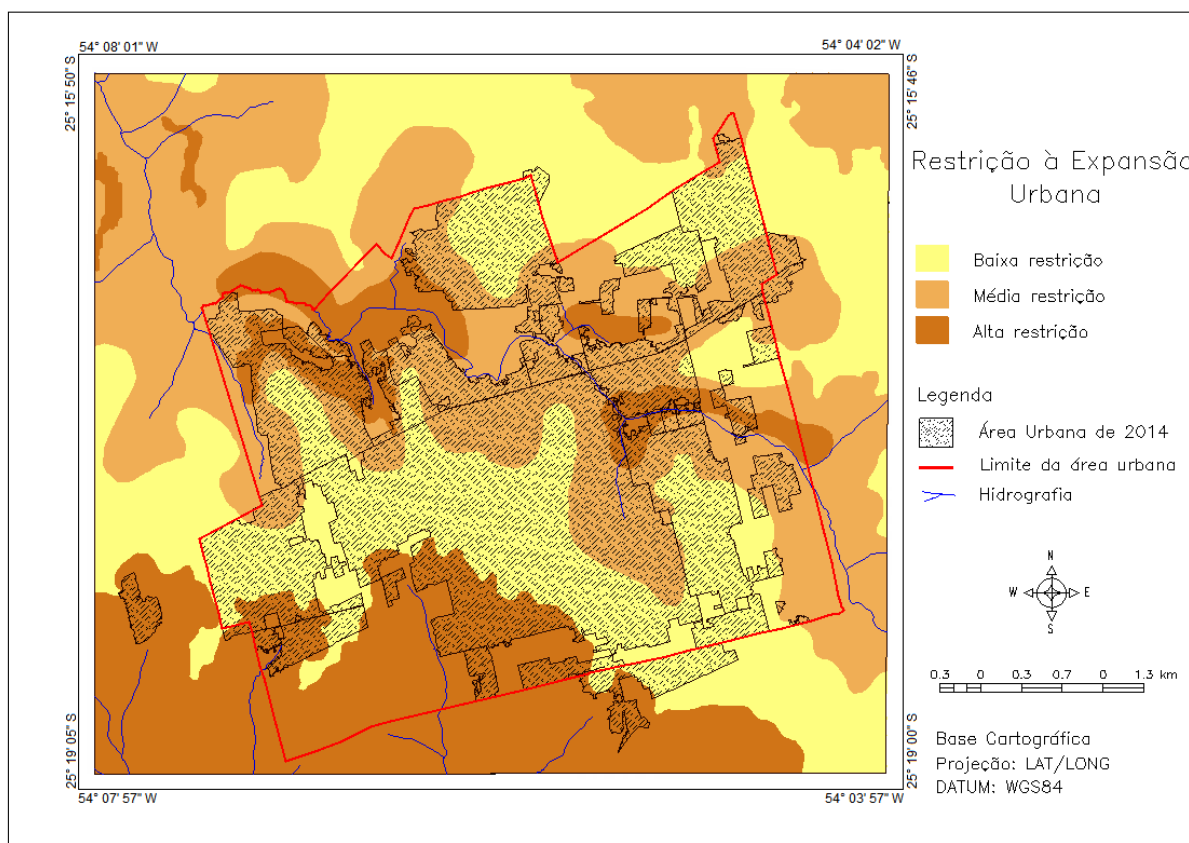


Figura 14 - Mapa de restrição a expansão urbana da área de estudo.

Áreas de baixa restrição ambiental são as mais indicadas para a expansão urbana por não apresentarem suscetibilidade à inundação ou alagamentos e erosão por movimentos de massa. Além de possuírem um maior escoamento hídrico vertical, o que diminui os riscos ligados ao escoamento superficial das águas pluviais, que acabam sendo menos atuantes nas áreas planas.

As áreas consideradas de média restrição são aquelas onde as condições locais devem ser consideradas, ou seja, áreas planas e de maior profundidade podem ser utilizada como áreas urbanas. Contudo, em relevos mais declivosos e próximos aos cursos d'água deve haver limitações em relação ao uso agrícola e urbano pela susceptibilidade a erosão. Estes locais podem ser utilizados como áreas de preservação permanente e de reserva legal.

Áreas de alta restrição ambiental são aquelas com restrição a urbanização, por conterem solos e declividade de alto grau de fragilidade. Essas áreas devem ser preservadas e não destinadas a urbanização, pelo alto risco de erosão, deslizamentos, inundações e alagamentos.

Levando em consideração o mapeamento das áreas urbanizadas de 2014 e o mapa de restrição a urbanização (Figura 14), podemos verificar que já existe urbanização em locais considerados como de alta restrição a urbanização. Estes locais devem ter restrições ao seu uso e indispensáveis práticas conservacionistas para evitar a sua degradação. Uma vez que, as populações ali residentes estarão sujeitas aos problemas ambientais decorrentes da alta fragilidade ambiental.

6 CONCLUSÕES

Neste trabalho analisaram-se as áreas de expansão urbana de Medianeira. Verificou-se que houve expansões expressivas destas áreas, principalmente, após o ano de 2006. As regiões oeste, noroeste, norte e sul da cidade, foram as que apresentaram as maiores expansões e elas ocorreram principalmente sobre áreas agrícolas e, em menor número, sobre áreas de pastagem.

Com o cruzamento das informações relacionadas à declividade e ao solo, obteve-se o mapa de fragilidade ambiental, onde se identificou áreas de baixa, média e alta fragilidade ambiental.

Com o mapeamento das áreas de restrição a urbanização identificou-se as áreas de baixa, média e alta restrição a urbanização. Comparando este mapeamento com o mapeamento das áreas urbanizadas, foi possível verificar que já existem áreas urbanizadas em locais considerados como de alta restrição a urbanização.

Estes mapeamentos são de grande importância para a ocupação adequada do território por incluírem diferentes componentes do meio ambiente possibilitando uma melhor compreensão dos limites e potencialidades da área a ser ocupada, proporcionando uma ordenação territorial mais eficaz e a conservação da natureza e seus recursos, assegurando o desenvolvimento sustentável. Desta forma, concluímos que este mapeamento poderá subsidiar o planejamento urbano e ambiental da cidade de Medianeira.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Carlos Alberto Tinoco; VICTOR, Rafael; TEMPORIM, Filipe Altoé; FORTES, Paulo de Tarso Ferro de Oliveira; GONÇALVES, José Augusto Costa. Mapa preliminar de risco geotécnico com uso de SIG na região urbana do município de Alegre-ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos XVI Simpósio de Sensoriamento Remoto – SBSR**. Foz do Iguaçu, 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1621.pdf>>. Acesso em: 25 Abr. 2016.

ALVES, Humberto Prates da Fonseca; ALVES, Claudia Durand; PEREIRA, Madalena Niero; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira. Dinâmica de urbanização na hiperperiferia da metrópole de São Paulo: análise dos processos de expansão urbana e das situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v.27, n.1, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982010000100009>. Acesso em: 10 jun. 2016.

BASTOS, Gracinete. **Estruturação de Banco de dados a partir do mapeamento geotécnico aplicado à região de ribeirão Preto (SP)**. 2005. 306f. Tese (Doutorado em Engenharia – Área Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

BERNASCONI, Paula; ABAD, Ricardo; MICOL, Laurent. Zoneamento e regularização ambiental: Marcelândia - MT. **Instituto Centro de Vida**. Mato Grosso, 2008. Disponível em: <http://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2013/08/zoneamento_e_regularizacao_ambiental.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2016.

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: 15 nov. 2015.

BLASCHKE, Thomas; STROBL, Josef. What's wrong with pixels? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS. **GeoBIT/GIS**, v.6, n.1, p. 12-17, 2001.

COELHO, Adilson Marcio; ALVES, Maria da Gloria; OLIVEIRA, Oscar Oseías de. O uso de técnicas de geoprocessamento e mapeamento geológico-geotécnico na elaboração do mapa de potencial de uso e ocupação do solo do município de Itaperuna/RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Florianópolis, 13, 2007, Florianópolis. **Anais eletrônicos XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.22.33/doc/2447-2454.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2016.

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>>. Acesso em: 30 out. 2015.

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues#scribd>>. Acesso em: 05 out. 2015.

COSTA, Rildo Aparecido; NISHIYAMA, Luiz. Zoneamento ambiental das áreas urbana e de expansão urbana de Caldas Novas (GO): uma contribuição metodológica. **RA'EGA**, Curitiba, v. 25, p. 343-372, 2012. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/28016/18654>>. Acesso em: 24 Abr. 2016.

ELIS, Vagner Roberto; ZUQUETTE, Lázaro Valentim. Aplicação de geofísica na obtenção de informações para o mapeamento geotécnico. **Rev. IG**, São Paulo, v. Especial, 1995. Disponível em: <<http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/rig/v16nesp/v16nespa18.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

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.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Os satélites e suas aplicações**. São José dos Campos: SindCT, 2008. Disponível em: <<http://www.sindct.org.br/files/livro.pdf>>. Acesso em 07 jun. 2016.

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: 25 mai. 2016.

GOMES, Guilherme José Cunha; SOBREIRA, Frederico Garcia; CASTRO, Jeanne Michelle Garcia. Uso de técnicas de geoprocessamento no zoneamento de áreas de risco de escorregamento em Ouro Preto – MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais eletrônicos XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto – SBSR**. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.15.17/doc/2681-2688.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

GUERRA, Antonio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

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: 10 jun. 2016.

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.

HIGASHI, Rafael Reis; BIM, Rodrigo. Mapeamento geotécnico de áreas de risco através de sistemas de informações geográficas e simulações computacionais no município de Palhoça. **Caderno Acadêmico Tubarão**, Palhoça, v. 2, n. 1, p. 46-52, 2010. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Cadernos_Academicos/article/view/486/510#.V1i4APkrLIU>. Acesso em: 18 out. 2015.

IAPAR – Instituto Agrônomo 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.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662003000300022&script=sci_arttext>. Acesso em: 01 nov. 2015.

JACINTO, Janério Manoel. **O processo de urbanização e o desenvolvimento geoeconômico da cidade de Medianeira - PR.** 2013. 252f. Tese (Pós – Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013. Disponível em: <<http://www.pge.uem.br/documentos-para-publicacao/teses/teses-2013-pdfs/JanerioManoelJacinto.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

JACINTO, Janério Manoel; MENDES, Cesar Miranda; PEREHOUSKEI, Nestor Alexandre. A rede urbana oeste paranaense e a inserção da pequena cidade de Medianeira. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, Maringá, v.4, n.1, p.48-72, 2012. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Geoinga/article/download/18793/10254>>. Acesso em 12 mai. 2016.

KAWAKUDO, 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: 19 mai. 2016.

MOREIRA, Maurício Alves; BARROS, Marco Aurélio; FARIA, Viviane Gomes Cardoso; ADAMI, Marcos. Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.241, p.27-37, 2007. Disponível em: <<https://www.dsr.inpe.br/laf/cafesat/artigos/TecnologiaInformacaoCafeMG.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA. Disponível em: <http://www.medianeira.pr.gov.br/planodiretor/Leis/0_Plano_Direto_de_Medianeira_completo.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2015.

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: 15 out. 2015.

ROQUE, Wallace Vargas. **Mapeamento Geoambiental da Área Urbana de Manaus - AM**. 2006. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

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. 2016.

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 29 mai. 2016.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro; OKA-FIORI, Chisato; CANALI, Naldy Emerson; FIORI, Alberto Pio; SILVEIRA, Claudinei Taborda da; SILVA, Julio Manoel França; ROSS, Jurandyr 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: 11 abr. 2016.

SARTORI, Anderson Antonio da Conceição; MORAES, Diego Augusto de Campos; RUGGIERO, Junia Karst Caminha; ZIMBACK, Célia Regina Lopes. Análise multitemporal do uso e cobertura do solo na Área de Produção Ambiental (APA) Tejuapá, no período de 1984 a 2011. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. Foz do Iguaçu, 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1231.pdf>>. Acesso em 22 mai. 2016.

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 mai. 2016.

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 mai. 2016.

SILVA, Edivane Cardoso; PEDROSA, Laurindo Elias; DIAS, Leila Márcia Costa; MORENO, Maria Inês Cruzeiro; NISHIYAMA, Luiz. Mapeamento geotécnico da folha Córrego das Moças, no município de Uberlândia – MG. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.1, n.2, p. 1-24, 2000. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15250>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

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: 15 nov. 2015.

VIEIRA, Marcelo Bernardes. **Vetorização e análise de tendência de cartas de lineamentos geológicos**. 1998. 97f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. Disponível em: <<https://www.dcc.ufmg.br/pos/cursos/defesas/2M.PDF>>. Acesso em: 24 mai. 2016.

XAVIER, Sinval; PORTELLA, Adriana; BRESSANI, Luiz Antônio. Cartografia geotécnica e planejamento urbano. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 10, 2015, Bento Gonçalves. **Anais Eletrônicos XV Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental - CBGE**. Bento Gonçalves, 2015. Disponível em: <<http://cbge2015.hospedagemdesites.ws/trabalhos/trabalhos/314.pdf>>. Acesso em 12 mar. 2016.