

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ELIANA REGINA LISBOA

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA
ÁREA URBANA E PERIURBANA DO MUNICÍPIO DE
MATELÂNDIA - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2018

ELIANA REGINA LISBOA

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA
ÁREA URBANA E PERIURBANA DO MUNICÍPIO DE MATELÂNDIA-
PR**

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

Orientadora: Carla Daniela Câmara
Co-orientador: Prof. Dr. Anderson Sandro
da Rocha

MEDIANEIRA
2018



TERMO DE APROVAÇÃO

MAPEAMENTO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA ÁREA URBANA E PERIURBANA DO MUNICÍPIO DE MATELÂNDIA- PR

Por

ELIANA REGINA LISBOA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 10:20h do dia 20 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Carla Daniela Câmara
UTFPR- Campus Medianeira
(Orientadora)

Prof. Dr. Anderson Sandro Rocha
UTFPR- Campus Medianeira
(Co-orientador)

Prof^a. Dr^a. Carla Bem
UTFPR- Campus Medianeira
(Convidada)

Prof. Dr. Dalésio Ostrovski
UTFPR- Campus Medianeira
(Convidado)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado saúde e capacitação para realizar este trabalho, além da oportunidade de estar estudando em uma Universidade Tecnológica Federal de ótima qualidade e com excelentes professores que desde já agradeço por cada conhecimento e conselhos compartilhados.

Aos meus pais, porque não haveria chegado até aqui se não fosse pelo ensinamento, orientação, incentivo e todo o amor que me deram e continuam dando. Espero honrar vocês, Pai e Mãe, com cada atitude minha, pois são merecedores disso. A minha irmã Valquíria, por cada conselho, carinho e por acreditar em mim. Obrigada Val, se cheguei até aqui foi por sua causa também.

Aos meus professores orientadores, Carla Câmara e Anderson Rocha. Agradeço imensamente por todo o conhecimento que compartilharam comigo, pela paciência e dedicação para conclusão desta pesquisa. Muito obrigado!

Aos meus irmãos de Fé, em especial ao Jeferson, Lis, Isabella, Laura, Israel e Déborah, por toda oração e palavras de conforto nos momentos difíceis. Sou grata a Deus por ter me inserido nesta família tão preciosa.

E não menos importante, aos meus colegas de curso por toda contribuição para que eu chegasse até aqui, em especial a Gabriela Berté, Jessica Lanfredi, Marijane e Kamila, por todo apoio de vocês para eu conseguir finalizar este trabalho e também, por todos os momentos especiais que compartilhamos. Jamais esquecerei!

Enfim, muito obrigado a todos!

“ Toda formação acadêmica necessita ser um meio para que o Reino de Deus seja estabelecido aqui na Terra” (Felippe Borges)

RESUMO

LISBOA, Eliana Regina; **Mapeamento e Análise da Fragilidade Ambiental da Área Urbana e Periurbana do Município de Matelândia-PR**. 2018, 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2018.

Em decorrência do avanço da exploração de recursos naturais causados pela expansão urbana, torna-se necessário o planejamento ambiental, pois por meio dele é possível identificar os impactos ambientais e sociais e auxiliar nas tomadas de decisões para minimizar os problemas discernidos. Diante disso, a carta de fragilidade ambiental é uma ferramenta para auxiliar o planejamento territorial, devido ao fato de constar nela as áreas suscetíveis aos processos erosivos, sejam eles relacionados com fatores naturais ou antropogênicos. Seu estudo é de grande importância, pois indica as possibilidades e limitações do uso e ocupação humana no local de estudo. Em virtude do fato, a presente pesquisa teve como objetivo mapear e analisar a fragilidade ambiental da área urbana e periurbana do município de Matelândia, localizado na região Oeste do estado do Paraná. A metodologia escolhida foi a proposta por Ross (1994). Seguindo a mesma, foram elaborados mapas temáticos, como o de uso e cobertura da terra, o mapa de declividade, o mapa pedológico e finalmente, as cartas de fragilidade ambiental. Os softwares utilizados para elaboração dos mesmos foram o QGIS versão 2.18.24 e o Google Earth Pro. A correlação das informações pedológicas com a declividade, possibilitou a elaboração do mapa de fragilidade potencial, que juntamente com os dados do mapa de uso e cobertura da terra forma a carta de fragilidade emergente. Diante disso, foi possível averiguar que nas áreas de fragilidade baixa encontra-se, predominantemente, a área urbana consolidada e áreas de pastagem com baixo pisoteio e nas áreas de fragilidade forte, atividades de silviculturas, mineração, algumas áreas de cultivo temporário e pastagens com alto e baixo pisoteio e solo exposto. Ademais, verificou-se que em algumas áreas que está ocorrendo expansão urbana torna-se necessário a adoção de práticas conservacionistas, pois são áreas suscetíveis ao desenvolvimento de processos erosivos. Adicionalmente, foram propostas áreas de expansão urbana para colaborar, como uma forma de subsídio, ao planejamento ambiental urbano do município de Matelândia-PR.

Palavras-chave: Expansão Urbana. Planejamento ambiental. Fragilidade Ambiental.

ABSTRACT

LISBOA, Eliana Regina; **Mapping and Analysis of the Environmental Fragility of the Urban and Peri-urban Area of the Municipality Matelândia-PR.** 2018, 56 f. Course Completion Work (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Medianeira. 2018.

As result of advancement of the exploitation of natural resources caused by urban sprawl, the environmental planning is necessary, because it is possible to identify environmental and social impacts and assist in decision making to minimize discerned problems. In view of this, a letter of environmental fragility is a tool to assist territorial planning because is included in it the susceptible areas to erosion processes, whether related to natural or anthropogenic factors. Your study is of great importance, because indicates as possibilities and restrictions of human use and occupation in the place of study. Due to the fact, the present research aims to map and analyze the environmental fragility of the urban and periurban area of the municipality Matelândia, located in the western region of the state of Paraná, Brazil. The methodology chosen was proposed by Ross (1994). According to the same, thematic maps have been elaborated, such as the land use and cover, the declivity map, the pedological map and finally, as letters of environmental fragility. The software used was QGIS version 2.18.24 and Google Earth Pro. The correlation of the pedological information with the slope allowed the elaboration of the map of potential fragility, which together with the land use and land cover data form the emerging fragility letter. As result, it was possible to verify that in areas of low fragility there is, predominantly, the consolidated urban area and pasture areas with low trampling and in the areas of strong fragility, silvicultural activities, mining, some areas of temporary cultivation and pastures with high and low trampling and exposed soil. In addition, it has been verified that in some areas where are occurring urban expansion it is necessary conservationist practices, since they are susceptible areas to the development of erosive processes. Finally, it was proposed a suggestion of urban expansion areas, in order to to collaborate with the urban environmental planning of the municipality Matelândia - PR.

Keywords: Urban Expansion. Environmental planning. Environmental Fragility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo	25
Figura 2 - Mapa Hipsométrico da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR.....	31
Figura 3 - Mapa de Declividade da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR.....	32
Figura 4 - Mapa Pedológico da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR.....	33
Figura 5- Mapa de Uso e Cobertura da Terra da área de estudo do município de Matelândia-PR.....	35
Figura 6 - Mapa de Fragilidade Potencial da área de estudo do município de Matelândia-PR.....	42
Figura 7 - Mapa de Fragilidade Emergente da área de estudo do município de Matelândia-PR.....	44
Figura 8 - Área recomendada para expansão urbana no município de Matelândia-PR	49

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Área de vegetação nativa e de Neossolo próxima da área de expansão do município de Matelândia-PR	38
Fotografia 2 - Área de vegetação nativa e de Neossolo próxima da área de expansão do município de Matelândia-PR	39
Fotografia 3 - Área de Mineração localizada na área periurbana do município de Matelândia-PR.....	41
Fotografia 4 - Área com Fragilidade Potencial Forte no município de Matelândia- PR	43
Fotografia 5- Área com Fragilidade Emergente Média no município de Matelândia-PR	47
Fotografia 6 - Área com Fragilidade Emergente Média no município de Matelândia-PR	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Graus de fragilidade em decorrência da declividade.....	28
Tabela 2 - Graus de fragilidade em decorrência do tipo de solo	29
Tabela 3- Graus de fragilidade em decorrência do uso e cobertura da terra	29
Tabela 3- Graus de fragilidade em decorrência do uso e cobertura da terra	30
Tabela 4- Graus de fragilidade em decorrência ao nível de urbanização	30
Tabela 6 - Porcentagens referentes as frações de uso e cobertura da terra da área de estudo.....	36
Tabela 7 - Correlação da Fragilidade Potencial e o Uso e Ocupação do Solo da área de estudo.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 A URBANIZAÇÃO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS	14
2.2 FRAGILIDADE AMBIENTAL E GEOMORFOLOGIA AMBIENTAL	15
2.3 ZONEAMENTO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO NA ÁREA URBANA.....	19
2.4 MAPEAMENTO GEOTÉCNICO COM O AUXÍLIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG).....	20
3 METODOLOGIA	24
3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.2. ELABORAÇÃO DAS CARTAS TEMÁTICAS	27
3.3 ELABORAÇÃO DAS CARTAS DE FRAGILIDADE	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA E PEDOLÓGICA DA ÁREA URBANA E PERIBURBANA DO MUNICÍPIO DE MATELÂNDIA.....	31
4.2 MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA NA ÁREA URBANA E PERIUBANA DE MATELÂNDIA.....	34
4.3 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE POTENCIAL NA ÁREA URBANA E PERIUBANA DE MATELÂNDIA.....	41
4.4 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE EMERGENTE NA ÁREA URBANA E PERIUBANA DE MATELÂNDIA.....	43
4.5 PROPOSTA DE ZONEAMENTO PARA EXPANSÃO URBANA DE MATELÂNDIA -PR	48
5 CONCLUSÃO	51
6 REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A expansão da área urbana tem sido tema de várias discussões, em razão do avanço da exploração dos recursos naturais causados pelo crescimento populacional e econômico. A ocupação das áreas com maior declividade, os assoreamentos, a remoção da cobertura vegetal, o aumento da velocidade do escoamento superficial e da impermeabilização do solo, alteram os processos naturais e provocam impactos e riscos emergentes.

Nas áreas urbanas esses problemas são mais visíveis devido à escassez de espaços, a densidade demográfica e a elevada transformação antropogênica. Em virtude do fato, torna-se necessário o planejamento ambiental, pois ele permite identificar os impactos ambientais e sociais, além de auxiliar na definição do prognóstico, nas tomadas de decisões e formulações de diretrizes dos problemas discernidos.

Diante disso, existem alguns instrumentos para auxiliar o planejamento ambiental, como o estudo de fragilidade ambiental, em que consta as áreas suscetíveis aos processos erosivos. O princípio básico desta análise segundo Ross (1994), é a definição dos níveis de fragilidade dos ambientes naturais, modificados ou não pelas ações antrópicas. Considera-se as diferentes formas de uso e exploração dos recursos naturais permitindo assim, uma melhor organização das ações preventivas.

Além da fragilidade ambiental, destaca-se também a Geomorfologia Ambiental, que pauta-se no relevo como o principal objeto de estudo, visando a contenção de impactos ambientais. O conhecimento dos processos de estruturação e esculturação do relevo, auxilia a compreensão do cenário de degradação e conservação apresentados, tornando-se fundamental para o planejamento do meio físico, tendo em vista que a ocupação antrópica pode ser estabelecida em diferentes tipos de relevos.

Na elaboração destes estudos, frequentemente, tem sido utilizado os softwares de geoprocessamento, pois estes buscam determinar e esquematizar a inter-relação entre os fenômenos geográficos e espaciais. Esta correlação se apresenta de diferentes formas como, correlação espacial, temática, temporal e topológica. A inter-relação temática, por exemplo, fornece a correspondência entre o

relevo, o solo e a vegetação de uma região geográfica (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Diante desta perspectiva, o uso da tecnologia de Sistema de Informações Geográficas, que são os softwares do geoprocessamento, possui grande importância para o planejamento de gestão territorial, pois através deles é possível elaborar as cartas temáticas, que somados com a classe dos solos e a declividade, proporcionam a formação das cartas de fragilidade ambiental.

Logo, a carta de fragilidade ambiental, visa identificar as áreas com diferentes graus de risco ambiental através das características naturais ou alteradas por ações antrópicas, que se tornam ou não adequadas para a expansão urbana, permitindo assim, planejamento futuro de ocupação humana.

Dessa maneira, a presente pesquisa possui o objetivo de realizar o mapeamento e a análise da área urbana e periurbana da cidade de Matelândia, localizada no Oeste do estado do Paraná, no intuito de contribuir para o planejamento ambiental urbano através de recomendações conservacionistas para áreas que apresentem alto risco ambiental.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Mapear e analisar as fragilidades ambientais da área urbana e periurbana da cidade de Matelândia – PR.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apontar as áreas com restrições ambientais quanto à expansão urbana, de acordo com os mapas temáticos;
- Auxiliar no planejamento ambiental do município, através de recomendações para ações e práticas conservacionistas para as áreas que apresentem graus de fragilidade ambiental elevado;

- Propor áreas de expansão no município de Matelândia-PR.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A URBANIZAÇÃO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

Os processos de urbanização e industrialização têm sido os principais fatores causadores de danos ambientais. Tais processos vêm ocorrendo de forma acelerada, sendo desenvolvidos muitas vezes sem obedecer aos condicionamentos biofísicos do lugar original de implantação. Logo, o rápido crescimento ocasiona uma pressão significativa sobre o meio físico urbano, gerando consequências como poluição atmosférica, do solo e das águas, deslizamentos, entre outros (GUERRA; MARÇAL, 2012).

De acordo com Goudie; Viles (1997), desde o final dos séculos XVII têm sido observadas as transformações culturais e tecnológicas através do desenvolvimento das indústrias. A revolução industrial, assim como a Revolução Agrícola, aumentou a utilização de recursos naturais para manter as indústrias que se multiplicavam e a população crescente das cidades. Tudo isso trouxe consequências danosas ao meio físico urbano.

Rodrigues (1997) afirma que os ambientes alterados por ação antrópica começaram a ser motivo de preocupação há algumas décadas, quando houve uma queda de qualidade de vida na área urbana. Essa perda deve-se, entre muitos fatores ao crescimento acelerado das grandes cidades, principalmente das metrópoles. Segundo dados do IBGE, o Brasil passou de um país rural a urbano em 60 anos. O país em 1940 tinha apenas 31,3% da população vivendo em centros urbanos. No ano 2000 passou a ter 81,2% e em 2010 84,4%.

Diante disso, o processo de urbanização brasileira, caracterizado pela apropriação do mercado imobiliário das melhores áreas das cidades e pela ausência, quase completa, de áreas urbanizadas destinadas à moradia popular, levou a população de baixa renda a buscar alternativas de moradia, ocupando áreas vazias e desprezadas pelo mercado imobiliário, nesse caso áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues e encostas íngremes. A precariedade da ocupação, sendo aterros instáveis, taludes de corte em encostas íngremes,

ausência de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto, entre outros, aumenta a vulnerabilidade das áreas já naturalmente frágeis (JORGE,2011).

Logo, a urbanização tende a impactar progressivamente o meio, degradando-o e poluindo-o de numerosas 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).

Sob outra óptica, Ross (2010) afirma que é preciso considerar que no atual estágio tecnológico, científico e econômico que chegou o homem do século XX, é impossível desconsiderar a necessidade da expansão do aproveitamento dos recursos naturais à humanidade. Em contrapartida, não são facilmente solucionados uma série de problemas sobre esses fatos. Um deles é que a natureza é incapaz de absorver totalmente os desejos do homem. Deve-se considerar que muitas alterações feitas pelo homem no ambiente, tidas como impactos positivos depois de certo tempo revelam-se como surpresas desagradáveis.

Guerra; Marçal (2012) salientam que a expansão em áreas urbanas, agrícolas e pastoris, atividades de construção de obras civis, entre outras, desenvolvidas no Brasil e no mundo ao longo dos séculos, está alcançando um desenvolvimento, eficiência e domínio tecnológico que geralmente não vem sendo acompanhados do processo de organização e planejamento necessários para sustentabilidade da natureza. Reflexo disso é crescente preocupação da comunidade científica, de órgãos governamentais e não governamentais com o avanço da ocupação dos espaços pela sociedade, que vem acentuando altamente, demonstrando a importância do planejamento ambiental.

2.2 FRAGILIDADE AMBIENTAL E GEOMORFOLOGIA AMBIENTAL

Devido ao avanço da exploração dos recursos naturais, ocasionado principalmente pelo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico, torna-se necessário o planejamento físico territorial com enfoque ambiental, sendo considerado, principalmente, a fragilidade das áreas com intervenções antrópicas, sendo que solo, relevo, água, vegetação, geologia e clima devem ser avaliados de

maneira integrada, levando-se sempre em consideração as intervenções humanas modificadoras dos ambientes naturais (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2006).

Por meio do estudo de fragilidade é possível a determinação da instabilidade de um ambiente a alguma forma de uso ou ocupação. O mesmo, 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 no local (GHEZZI, 2003).

Segundo Tamanini (2008), o conceito de fragilidade ambiental corresponde à vulnerabilidade do ambiente em sofrer qualquer tipo de dano e está relacionada com fatores de desequilíbrio de ordem tanto natural, expresso pela própria dinâmica do ambiente, quanto antropogênica, a exemplo do mau uso do solo e de intervenções em regimes fluviais.

Dentro do conceito de fragilidade ambiental, podem-se destacar dois termos distintos: a fragilidade potencial e a fragilidade emergente. A fragilidade potencial de uma determinada área é conceituada como sendo a vulnerabilidade natural de um ambiente em função de suas características físicas (índice de declividade, textura e grupo de solo e condições climáticas), enquanto que a fragilidade emergente considera as características físicas e os graus de proteção dos diferentes tipos de uso e cobertura vegetal sobre o ambiente (KAWAKUBO et al. 2005).

Além disso, Kawakubo et al. (2005), também 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.

Para gerar a carta de fragilidade ambiental, Ross (1994) gerou um procedimento metodológico, fundamentado no princípio da funcionalidade intrínseca existente entre os elementos físicos e bióticos da natureza. O autor estabeleceu uma hierarquia nominal da seguinte forma: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). Os procedimentos operacionais para a construção de um modelo de fragilidade exigem estudos de relevo em termos de declividade, solo, erosividade e uso e cobertura da terra, para gerar posteriormente um produto síntese que expressa os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características naturais (CABRAL et al., 2011).

No que se refere a fragilidade dos solos, vale destacar que na região Oeste do Paraná, os principais tipos de solo encontrados são os Latossolos, Nitossolos e Neossolos. Os Latossolos são solos muito intemperizados e mais profundos, apresentam boa drenagem e conseqüentemente alta estabilidade e pouco risco a erosão. Eles abrangem mais da metade da extensão territorial do Brasil situados normalmente nos relevos planos a suave-ondulado (EMBRAPA, 2013).

Os Nitossolos são caracterizados por serem profundos e bem drenados, porém apresentam riscos de erosão quando localizados em relevos ondulados e mal manejados. Os Neossolos são solos com pouco desenvolvimento pedogenético, caracterizados por pequenas profundidades (rasos), encontrados principalmente em relevos declivosos, tornando-os vulneráveis a erosão principalmente quando não possuem cobertura vegetal. Seu uso preferencialmente deve ser como de área de preservação (EMBRAPA, 2013).

Além disso, é importante destacar que o primeiro impacto erosivo nos solos é causado pela precipitação, devido a ação mecânica das gotas de chuvas provocarem o deslocamento de fragmentos terrosos (CHRISTOFOLETTI, 1980). Segundo Guerra; Guerra 2008, a erosão pluvial é definida como ação provocada pelas águas da chuva na superfície do relevo e compreende 3 (três) fases sendo elas a pluviosão, chamada de fase destruidora devido a separação mecânica dos fragmentos do solo, seguida pela fase deplúvio, a de transporte dos fragmentos, e finalmente a aplúvio, sendo a deposição das partículas. Ou seja, quanto maior a quantidade de água precipitada na superfície do relevo, em um período mínimo de tempo, maior a chance de ocorrer a erosão pluvial.

Deve-se ressaltar que não deve ser considerado somente a quantidade anual de chuva no processo erosivo, mas também a sua distribuição ao longo do ano. Assim, as regiões que possuem precipitação abundante e bem distribuídas, geralmente obtém-se formação de solos profundos e permeáveis, resistindo a erosão. Porém, os territórios em que as chuvas não são bem distribuídas, onde se encontra grande parte de áreas cultivadas no Brasil, a ação das chuvas da primavera e do verão é bastante desastrosa, devido ao solo se encontrar desprotegido (SANTORO, 2009).

Em relação aos processos erosivos influenciados pelos fatores associados ao relevo, encontra-se a declividade e as forma das encostas (GUERRA,2012). De

acordo com Santoro (2009), quanto maior a declividade de uma vertente, maior será a velocidade do escoamento superficial, crescendo também a capacidade erosiva.

No que diz a respeito as formas das encostas, segundo Santos (2016), as vertentes côncavas possuem maior fragilidade devido concentrarem o escoamento superficial. Já as vertentes convexas, normalmente apresentam menor fragilidade pois são as distribuidoras de água, ou seja, espalham o escoamento superficial, e as vertentes retilíneas possuem a fragilidade dependente do grau de inclinação das encostas, pois a água escoar por igual ao longo da vertente.

Diante disso, a Geomorfologia ambiental pode dar a sua contribuição, procurando compreender a dinâmica desses processos. Segundo Guerra; Guerra (2003) a Geomorfologia Ambiental engloba a análise das formas de relevo, acompanhamento dos processos geomorfológicos, elaboração dos mapas de riscos, análises de laboratório para o estudo das propriedades físicas e químicas dos materiais e o diagnóstico ambiental.

O relevo, objeto de estudo da Geomorfologia, intervém na distribuição da formação do solo, da vegetação e no comportamento hidrográfico e climático. Como as cidades, enquanto espaço geográfico, são construídas sobre formas de relevos e solos, a Geomorfologia possui a característica de integrar as geociências e auxiliar no entendimento da evolução têmporo-espacial da paisagem (CHRISTOFOLETTI, 2001; CASSETI, 2005).

Deste modo, a Geomorfologia procura abordar as temáticas que relaciona as questões urbana e rural ao planejamento, destacando diversas aplicações do conhecimento geomorfológico nas Unidades de Conservação, EIAs- RIMAs, diagnóstico e recuperação de áreas degradadas e erosão dos solos (GUERRA; MARÇAL, 2012).

Em Unidades de Conservação, a geomorfologia ambiental auxilia na prevenção ou recuperação das áreas afetadas por impactos antropogênicos (GOUVEIA; MOROZ, 2014). Ademais, uma vez que a área diagnosticada já esteja bastante degradada, a Geomorfologia pode propor formas de recuperação de áreas atingidas, de maneira a estabelecer uma recuperação mais duradoura (GUERRA; GUERRA, 2003).

Dessa forma, o objetivo principal da fragilidade ambiental é indicar, tanto potencialidades, quanto limitações do uso e ocupação da terra pelo homem na área de estudo (SANTOS et al, 2006) e a finalidade do estudo geomorfológico ambiental

é prever a ocupação de uma determinada porção do relevo, ou um mapeamento, que seja compreendido pelos planejadores, que se consiga promover o desenvolvimento daquela área, sem que haja impactos ambientais negativos (GUERRA; MARÇAL, 2012). Portanto, ambos contribuem para o planejamento ambiental através do entendimento da realidade especial e dessa maneira, ser possível realizar intervenções nas áreas estudadas.

2.3 ZONEAMENTO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO NA ÁREA URBANA

Há dificuldades crescentes de planejamento, implantação e gestão dos sistemas urbanos devido a população brasileira se concentrar mais nas cidades. Os desafios impostos ao poder público existem em cidades de todos os tamanhos. Sendo assim, o planejamento urbano não deve ser elaborado sem considerar a geotecnia, especialmente em relação ao direcionamento da expansão para áreas que apresentem melhores condições de sustentabilidade (POLIAVANOV; BARROSO 2011).

É necessário que os atributos do meio físico sejam investigados qualitativamente, levando-se em consideração as formas de caracterização de solos e rochas já apresentadas. (POLIAVANOV; BARROSO 2011). O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), são instrumentos que fornecem o licenciamento ambiental para empreendimentos que utilizam recursos ambientais considerados, significativamente, potenciais de degradação ambiental. Como o estudo necessita abordar conhecimentos relacionados ao meio físico (geologia, climatologia, pedologia), ele permite avaliar os impactos ambientais consequentes de uma determinada atividade (RODRIGUES; SANTOS; PEREIRA; GUTIERRES, 2016). Diante disso, o zoneamento ambiental é o estudo que auxilia o planejamento dos recursos, para o controle do uso da terra nas áreas urbanas e periurbanas (MEIRELLES, 1997).

De acordo com Santos (2004), o zoneamento pode ser entendido como a divisão de uma região em espaços ou porções territoriais supostamente homogêneas, definida por uma série de atributos ou variáveis ambientais. O mesmo

oferece suporte à tomada de decisões no planejamento e gestão territorial, seja sob a ótica econômica, social, ecológica ou cultural. É uma forma de compartimentar o espaço geográfico, segundo critérios objetivos, baseados nas suas peculiaridades e dinâmicas (ROSS, 1994; ZACHARIAS; FREITAS, 2008).

Segundo Ross (1994), o zoneamento ambiental deve adotar uma metodologia de trabalho baseada na compreensão das características do ambiente natural e do meio sócio-econômico, buscando a integração dos diversos estudos setoriais realizados por meio de uma síntese do conhecimento sobre a realidade pesquisada. Neste âmbito, podem ser diretamente aprimorados, em um processo contínuo e altamente informativo, no qual podem, e devem envolver os habitantes locais, os pesquisadores e os administradores responsáveis pelas tarefas de planejamento, monitoramento e gestão ambiental (GRIGIO, 2003).

Portanto, o zoneamento ambiental é uma prática que deveria ser antecipadamente empregada, para o controle e direção da ocupação do território, principalmente, nas ocupações urbanas, a qual concentra uma gama de impactos ambientais negativos ao meio ambiente. Porém, no Brasil, estas ações são empregadas como soluções após constatação de problemas, ou seja, após sua materialização (HENRIQUE, 2000).

2.4 MAPEAMENTO GEOTÉCNICO COM O AUXÍLIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Os resultados do mapeamento geotécnico são de grande relevância no zoneamento ambiental. De acordo com Roque (2006), o mapeamento geotécnico surgiu no início do século XX, 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.

Higashi (2006) define que o mapeamento geotécnico é uma metodologia que contém as principais características geomecânicas do solo sob a forma de um mapa, podendo ser utilizado na previsão de comportamento das unidades geotécnicas, possibilitando a aplicação destes em projetos ambientais e de engenharia. De

acordo com Poliavanov; Barroso (2011), em diversos locais do mundo o mapeamento geotécnico tem sido empregado como um eficiente instrumento técnico-científico para a avaliação do meio físico com finalidade de planejamento urbano.

À vista disso, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permitem várias aplicações no campo do Mapeamento Geotécnico. Através destas aplicações, podem ser elaborados mapas temáticos, cartografia geotécnica, avaliação geotécnica e gerenciamento ambiental, possibilitando um sistema de gerenciamento de informações (HIGASHI, 2006). Logo, podem constituir ferramentas eficientes para a elaboração dos mapas geotécnicos por meio de metodologias que cruza os mapas sobre o meio físico (VALENTE, 1999).

Raper; Maguire (1992) definem os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como programas computacionais instruídos a capturar, armazenar, analisar, exibir, dados referenciados espacialmente sob a superfície terrestre. Desta forma, segundo Xavier (2010), as imagens, mapas e dados cadastrais integrados e analisados em ambiente SIG permitem estabelecer os padrões de crescimento e as áreas potenciais para a expansão urbana.

Alguns exemplos de SIG podem ser citados como: Sistema de Processamento de Imagens Georreferenciadas (SPRING), Quantum GIS (QGIS), Global Mapper e Google Earth Pro (FERREIRA, 2017).

O SPRING (Sistema de Processamento de Imagens Georeferenciadas) é um software desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com a participação da EMBRAPA/CNPTIA, TECGRAF, PETROBRAS/CENPES, K2 Sistemas, entre outros. Classificado como um SIG possui funções de processamento de imagem, análise espacial, construção e consulta de banco de dados espaciais e construção de modelos numéricos de terreno. Seu objetivo é a construção de um Sistema de Informações Geográficas para aplicações de estudos desenvolvidos nas áreas de agricultura, geologia, gestão ambiental, planejamento urbano e regional, dentre outras, servindo de suporte nas áreas de pesquisas e educação (OLIVEIRA, 2007).

O Quantum GIS (QGIS) é um Sistema de Informações Geográficas de Código aberto de fácil utilização, licenciado sobre a Licença Pública Geral GNU, ou seja, o usuário pode inspecionar e modificar o código da fonte, garantindo o acesso permanente do aplicativo. Algumas finalidades deste SIG são a visualização de

dados raster e vetoriais em muitos formatos, pode-se criar, editar, gerir e exportar dados, exploração de dados e compositores de mapas e publicação dos mapas na internet (QGIS,2018).

O Global Mapper é um software de geoprocessamento particularmente fácil de ser usado, que propicia acesso a Base de Dados Geoespaciais a nível Mundial. Existe em diversas configurações, seja para acesso de um usuário ou para vários usuários numa Instituição. Além disso, esse software possibilita editar os formatos de raster, vetores e dados de elevação. Pode-se criar pontos, linhas e áreas, adicionar escalas e mover feições em mapas, entre outros (GLOBAL MAPPER, 2018).

O Google Earth Pro é um software que passou a ser gratuito em 2015, sendo seu antecessor o Google Earth. Segundo o Instituto GEOeduc – Qualificação sem fronteira, o Google Earth possui a função de apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de um mosaico de imagens de satélite e aéreas obtidas de diversas fontes. A versão Pro do Google Earth possui funcionalidades adicionais, como impressão de imagens em alta resolução, medição das áreas mais precisas, construções 3D e planejamento detalhado de rotas. Logo, fornece um conjunto de recursos avançados para análises geoespaciais (MENEGUETTE, 2018).

Diante disso, Higashi e Bim (2010) afirmam que o SIG é indispensável para a criação de mapas como: declividade, solo, uso e ocupação do solo e relevo. Ademais, mapas temáticos, mapa pedológico e mapa de fragilidade ambiental também podem ser criados com os Sistemas de Informações Geográficas (CORTIVO; THIEMAN, 2016).

Os mapas de declividade são uma ferramenta importante para análise do relevo, pois são a representação em forma temática da distribuição espacial, dos diversos graus de inclinação existentes em um terreno, sendo permitido uma análise detalhada da paisagem (COLAVITE; PASSOS, 2012).

Os mapas de uso do solo são importantes por demonstrarem a partir da interpretação de imagens de satélites as áreas ocupadas por pastagem, agricultura, áreas de preservação e cursos de rios, por exemplo. Além disso, possibilitam a indicação de áreas de risco, demonstrando se a degradação ocorrida foi devido à evolução paisagem ou provocadas pelo homem. Logo, a análise do uso do solo consiste em conhecer como a área estudada tem sido utilizada, possibilitando uma

caracterização das interações antrópicas com o meio ambiente (SANTOS; PETRONZIO, 2011).

3 METODOLOGIA

3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no município de Matelândia, situada na Mesorregião do Oeste do Paraná e Microrregião de Foz do Iguaçu. Localizado as margens da BR 277, o município possui limite territorial ao Norte com as cidades de Ramilândia e Vera Cruz do Oeste, ao Sul com Capanema, Serranópolis do Iguaçu e o Parque Nacional do Iguaçu, a leste, Céu azul e a Oeste de Medianeira. Os limites municipais encontram-se entre as coordenadas geográficas $25^{\circ}9'36''\text{S}$ e $25^{\circ}30'00''\text{S}$ (latitude), e $53^{\circ}43'12''\text{W}$ e $54^{\circ}3'36''\text{W}$ (longitude), possuindo uma altitude média de 535 metros acima do nível do mar, conforme representado na Figura 1. A área territorial do município corresponde a 639,746 Km². A população Urbana é em torno de 11.613 habitantes e a população rural, 4.465 habitantes (IBGE, 2010).

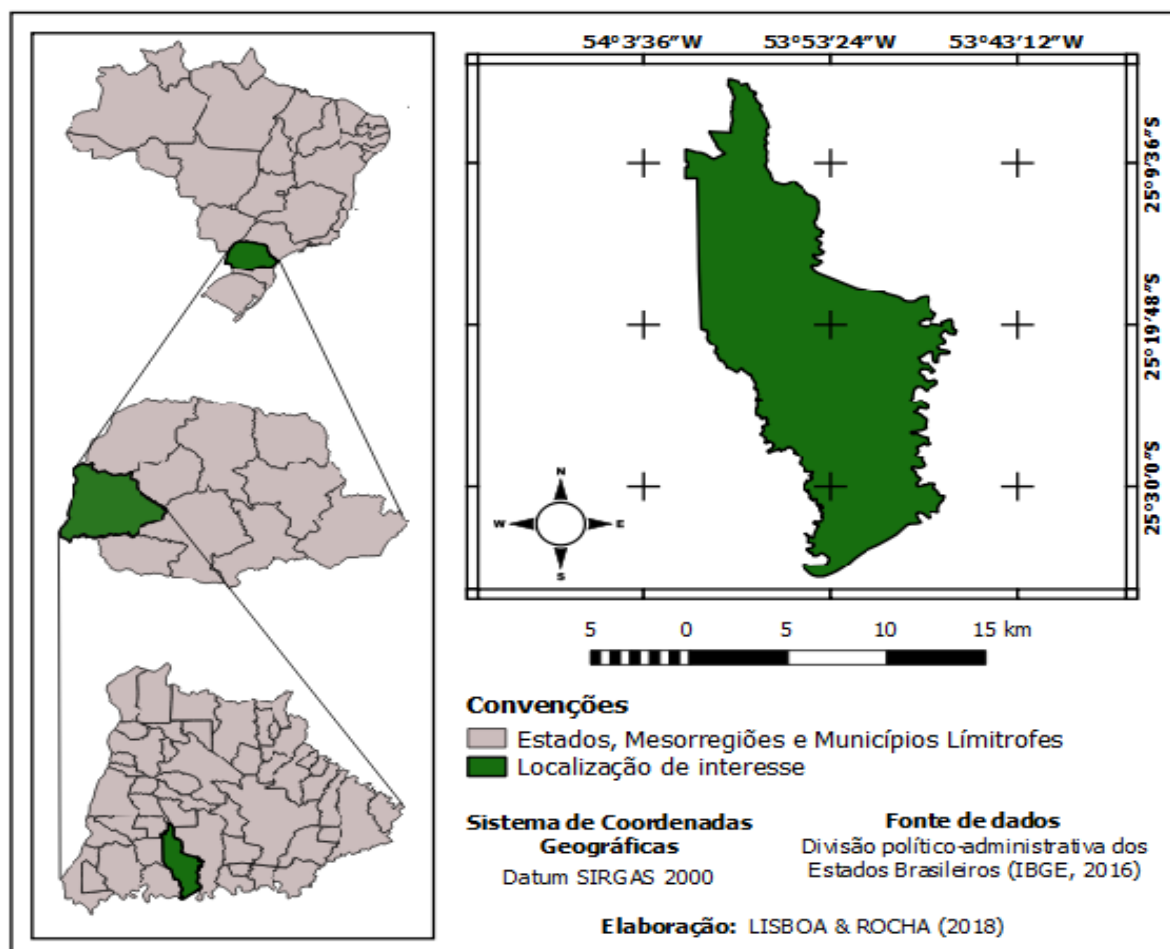


Figura 1 - Localização da área de estudo
Fonte: Autoria própria (2018).

O município de Matelândia faz parte da unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente da unidade morfoescultural do Terceiro Planalto (SANTOS et al., 2006). A vegetação do Oeste do Paraná é composta basicamente por Floresta Estacional Semidecidual, que recobria boa parte do Terceiro Planalto Paranaense. Porém hoje está restrita a fragmentos isolados, sendo seu maior remanescente o Parque Nacional do Iguaçu (SEMA, 2010). No que se refere à topologia do relevo da microrregião em que o local de estudo está inserido, caracteriza-se por ser genericamente acidentado como consequência das diferentes espessuras dos lençóis basálticos e da erosão diferencial das camadas areníticas e horizontes basálticos, mais resistentes, ocasionando o desnivelamento do terreno que, na rede hidrográfica, provoca o aparecimento de quedas d'água (COLODEL, 1992).

Em relação a distribuição da cobertura pedológica, as principais classes de solo presentes no município, segundo o mapa de solos ITCG - Instituto de Terras,

Cartografia e Geologia (2008), são os Latossolos, Neossolos e Nitossolos.

De acordo com a classificação climática de Köppen, Matelândia possui Clima subtropical úmido mesotérmico – Cfa com verão quente, temperatura média superior a 22°C, e tendência de concentração de chuvas. No inverno, as geadas são pouco frequentes. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e não à estação seca definida (IAPAR, 1998).

No que diz a respeito da colonização do município, foi iniciada formalmente em 1950, onde esteve ligado o trabalho desenvolvido pela Pinho e Terras LTDA, companhia surgida no oeste paranaense em 1946, que foi responsável por trabalhos de colonização de importantes fatias de terra na região (COLODEL, 1992).

Ainda segundo o autor Colodel (1992), desde o início do século XX até a década de 1950, a principal atividade econômica da microrregião onde está inserido o município foi a extração da madeira. Praticamente todo o território estava coberto de mata de araucária nas terras mais altas e mata tropical ao longo dos vales fluviais. Além disso, devido à ausência de um sistema de transporte rodoviário adequado, nos primeiros anos, a vida econômica da região girou em torno do eixo fluvial representado pelo rio Paraná.

Nesta mesma década de 1940, iniciou-se a colonização gaúcha, em que se procurava recriar um padrão agrícola semelhante as suas regiões de origem. A fertilidade natural dos solos existentes, conhecidos como terras roxas, e a crescente ocupação agrícola fez surgir novos excedentes comercializáveis, principalmente de suínos vivos e de milho. Por volta de 1960, a região assumiu o primeiro lugar na produção de milho e criação de suínos no Paraná, diversificando sua produção com introdução de outras culturas (COLODEL, 1992).

No final da década de 1960, devido à crescente demanda nacional por óleos vegetais e por carne suína, instalou-se frigoríficos na região e à tecnificação da criação suína, tornando-se possível por causa dos preços favoráveis do mercado internacional. Além disso, a região passou a contar com as primeiras vias de transportes adequadas, sendo a principal o asfaltamento da antiga estrada federal, a BR-34, passam a denominar-se em 1967, BR-277 (COLODEL, 1992).

Em relação a forma de estabelecimento das residências no município, segundo o autor Colodel (1992), os colonos tomavam o cuidado de construí-las de maneira que recebessem o sol matinal. Ademais, procuravam construir em terrenos razoavelmente inclinados, com o declive suficiente para o porão, sem necessitar de

grandes escavações. Outra preocupação era as residências estarem próximas de córregos, rios ou riachos, não para uso propriamente doméstico, mas para abastecimento aos animais

3.2. ELABORAÇÃO DAS CARTAS TEMÁTICAS

Para alcançar o objetivo proposto, na primeira etapa foi constituída a delimitação da área de estudo, um retângulo envolvente abrangendo a área urbana e periurbana da cidade de Matelândia, com auxílio do software Google Earth Pro.

Após a delimitação do quadrante foi possível elaborar o mapa de uso e cobertura da terra, para averiguar as atividades desenvolvidas no local, o mapa de declividade, demonstrando as áreas de maior e menor declive e por último o mapa pedológico, para classificar o solo que a área é composta.

Dessa forma, a metodologia do estudo constituiu-se na seguinte ordem:

I. Mapa de hipsometria e declividade

Os mapas de declividade e hipsometria foram elaborados com o auxílio do software QGIS versão 2.18.24, através do recorte da área de estudo, utilizando a imagem SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission, importante ferramenta para compreender a distinção das diferentes unidades de relevo e esferas da paisagem) exportadas do site Topodata. A classificação da declividade teve por base a classificação proposta por Ross (1994), descrita na tabela 2, Graus de fragilidade em decorrência da declividade.

II. Mapa pedológico

O mapa de solos foi elaborado utilizando-se o arquivo *shapefile* de solos do Estado do Paraná. O arquivo foi importado do mapa de solos da EMPRAPA (2008) para o software QGIS versão 2.18.24 com a finalidade de recortar os arquivos *shapefiles* somente da área correspondente do estudo. Logo após, foi possível categorizar e corrigir as classes dos solos através de dados topográficos e verificação em campo.

III. Mapa de uso e cobertura da terra

Para a realização do mapa de uso e cobertura da terra, foi utilizado o software QGIS versão 2.18.24, sendo introduzida a ferramenta do Google Earth para a delimitação de polígonos. Através da imagem do satélite, foi possível identificar os diferentes usos do solo contidos dentro da área de estudo, sendo eles: área urbana, área urbana em expansão, área de pastagem, área agrícola, área de vegetação nativa, entre outros.

3.3 ELABORAÇÃO DAS CARTAS DE FRAGILIDADE

Para a elaboração da carta de fragilidade ambiental, utilizou-se a metodologia de Ross (1994). A metodologia pauta-se em 3 (três) componentes, sendo eles o relevo (declividade), o tipo de solo e o uso e cobertura da terra. Neste processo, o relevo exerce uma grande influência para classificação da fragilidade. Logo, devido as características do relevo da área estudada, optou-se pela metodologia do Ross (1994). Dentro desse conceito destaca-se duas unidades eco dinâmicas: a fragilidade potencial e a fragilidade emergente. A fragilidade conforme definida anteriormente, apresenta a vulnerabilidade natural em função das características físicas da área como declividade e o tipo do solo. A fragilidade emergente considera as características físicas da área, mais também, o grau de proteção do uso e cobertura vegetal.

Diante disso, considerou-se as classes de Fragilidade com as formas do relevo de acordo com a Tabela 1, sendo classificadas como Baixa, Média, Alta e Muito Alta.

Tabela 1 - Graus de fragilidade em decorrência da declividade

Atributo	Graus de Fragilidade	Classes de Declividade
1	Muito Fraca	<6%
2	Fraca	6 a 12%
3	Média	12 a 20%
4	Forte	20 a 30%
5	Muito Forte	>30%

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Para correlacionar a fragilidade com o tipo de solo, considerou-se para as classes de solos as características de estrutura, textura, plasticidade, profundidade dos horizontes superficiais e subsuperficiais do solo. Estas características são diretamente associadas com o relevo, clima e com a litologia. Na Tabela 2 estão representados os graus de fragilidade de acordo com as classes dos solos predominantes na área de estudo, destacados em negrito.

Tabela 2 - Graus de fragilidade em decorrência do tipo de solo

Atributo	Grau 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

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Além da declividade e o tipo de solo, foi avaliado o grau de fragilidade através do uso e cobertura da terra. Essa análise é feita a partir das imagens de satélites, onde é possível identificar as áreas de diferentes tipos de coberturas, entre elas matas naturais, culturas de ciclos longos e curtos, áreas de pastagens, áreas urbanas, entre outras.

A hierarquia dos graus de fragilidade do solo em decorrência do uso e cobertura da terra, obedecendo a ordem crescente é apresentada na tabela 3. Além disto, foi classificada somente a área urbana em outra ordem de fragilidade, conforme a tabela 4.

Tabela 3- Graus de fragilidade em decorrência do uso e cobertura da terra

(continua)		
Atributo	Tipo de cobertura	Graus de Fragilidade
1	Florestas e matas naturais	Muito baixo
2	Formações arbustivas naturais e pastagens com baixo pisoteio de gado	Baixo
3	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível e silvicultura de eucaliptos	Médio

Tabela 4- Graus de fragilidade em decorrência do uso e cobertura da terra

		(conclusão)
Atributo	Tipo de cobertura	Graus de Fragilidade
4	Cultivo de ciclo longo de baixa densidade e culturas de ciclo longo	Alto
5	Áreas desmatadas, solo exposto, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas, terraplanagens e áreas de mineração	Muito Alto

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Tabela 5- Graus de fragilidade em decorrência ao nível de urbanização

Atributo	Nível de Urbanização	Graus de Fragilidade
1	Predomínio de condições naturais. Setores de média urbanização situados em áreas mais elevadas, que apresentam baixa declividade e contam com medidas estruturais para o controle de cheias, como obstáculos para redução na velocidade do escoamento.	Muito baixo
2	Área urbanizada com drenagem eficiente, baixa declividade e presença de ações para controle de cheias, infiltração e redução do escoamento nas vias de circulação, nos lotes e nas construções.	Baixo
3	Área urbanizada predominantemente impermeável, com problemas de drenagem e constantes alagamentos e inundações. Ambientes com declividade praticamente nula.	Médio
4	Áreas semiurbanizadas ou urbanizadas com precariedade nas construções e na infraestrutura para eventos pluviométricos de média/baixa intensidade. Áreas de inundação natural, como planícies fluviais e fluvio-marinhas.	Alto
5	Áreas críticas. Ausência de infraestrutura e total precariedade ao uso e ocupação desordenada do solo. Setores com grande declividade susceptíveis a movimentos de massa.	Muito Alto

Fonte: Adaptado de Santos; Ross (2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA E PEDOLÓGICA DA ÁREA URBANA E PERIBURBANA DO MUNICÍPIO DE MATELÂNDIA

As áreas urbana e periurbana da cidade de Matelândia apresentam relevos que variam de suavemente ondulados até fortemente ondulados. Na área em estudo, a variação de altitude ocorre entre os intervalos de 425 a 605 metros. A porção norte da cidade faz parte a bacia hidrográfica do rio Paraná 3, que apresenta os rios Barreirão e Ocoizinho. Na porção sul, verificam a bacia hidrográfica do Baixo Iguaçu que contempla os rios Matelândia, Santo Antônio e Dazalém (Figura 2).

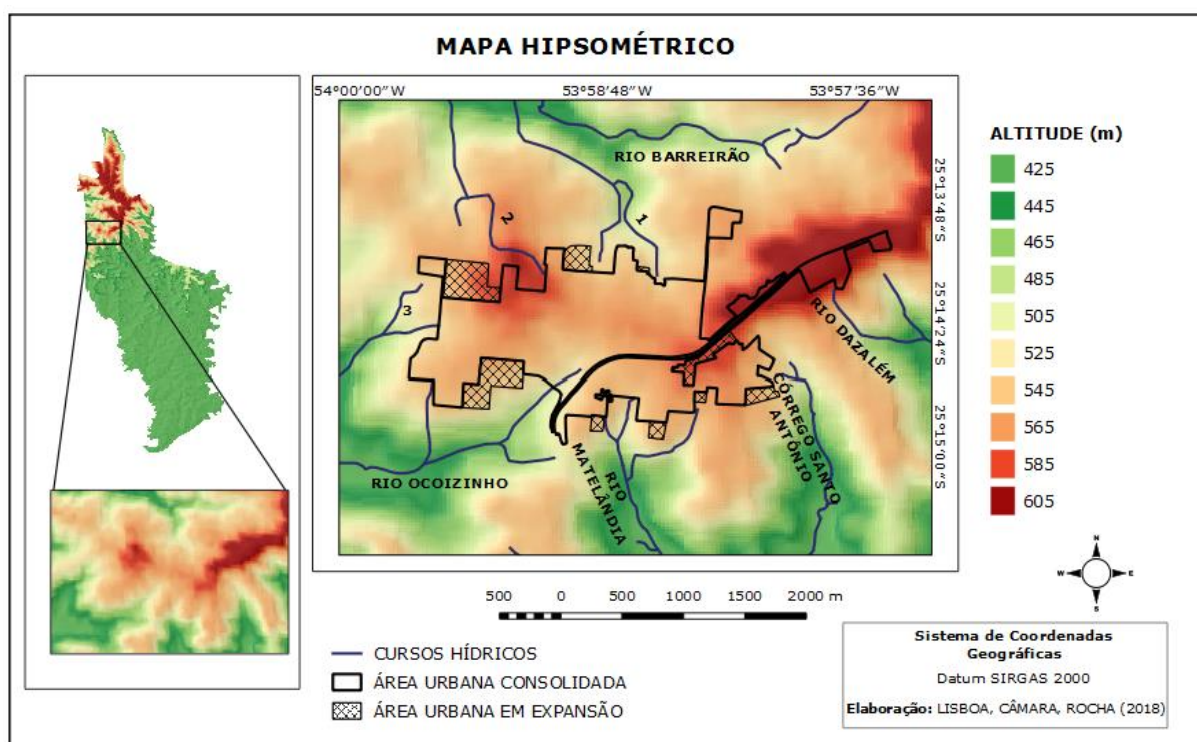


Figura 2 - Mapa Hipsométrico da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR
 Fonte: Autoria Própria (2018).

A área urbana consolidada e a área urbana em expansão estão inseridas, em sua maior parte, entre as altitudes de 525 a 565 metros. Porém na região nordeste e noroeste da cidade são encontradas as áreas com maiores altitudes, que variam entre 585 a 605 metros. Já nas áreas situadas nas altitudes entre 425 a 505 metros, pode-se perceber a predominância dos cursos hídricos. Essas áreas caracterizam o domínio de maior declividade, como pode ser observado no mapa de

declividade (Figura 3).

O mapa de declividade da região de estudo, indica que a área urbana consolidada está inserida em sua maior parte, nas áreas de declividade muito fraca (0-6%), fraca (6-12%) e média (12-20%). Os terrenos com dissecação de até 6% são caracterizados por terrenos planos ou suavemente ondulados, sendo locais favoráveis para urbanização devido a fragilidade ser muito baixa. Porém, se essas áreas estiverem próximas de cursos hídricos pode ocorrer problemas de drenagem. Os terrenos com dissecação entre 6 a 12% também são regiões indicadas para a urbanização, pois caracterizam-se por terrenos moderadamente ondulados e possuem fragilidade baixa. Os terrenos que possuem fragilidade média, ou seja, dissecação entre 12 a 20% podem ser urbanizados, contudo torna-se necessário adotar métodos de controle a erosão, pois são terrenos ondulados.

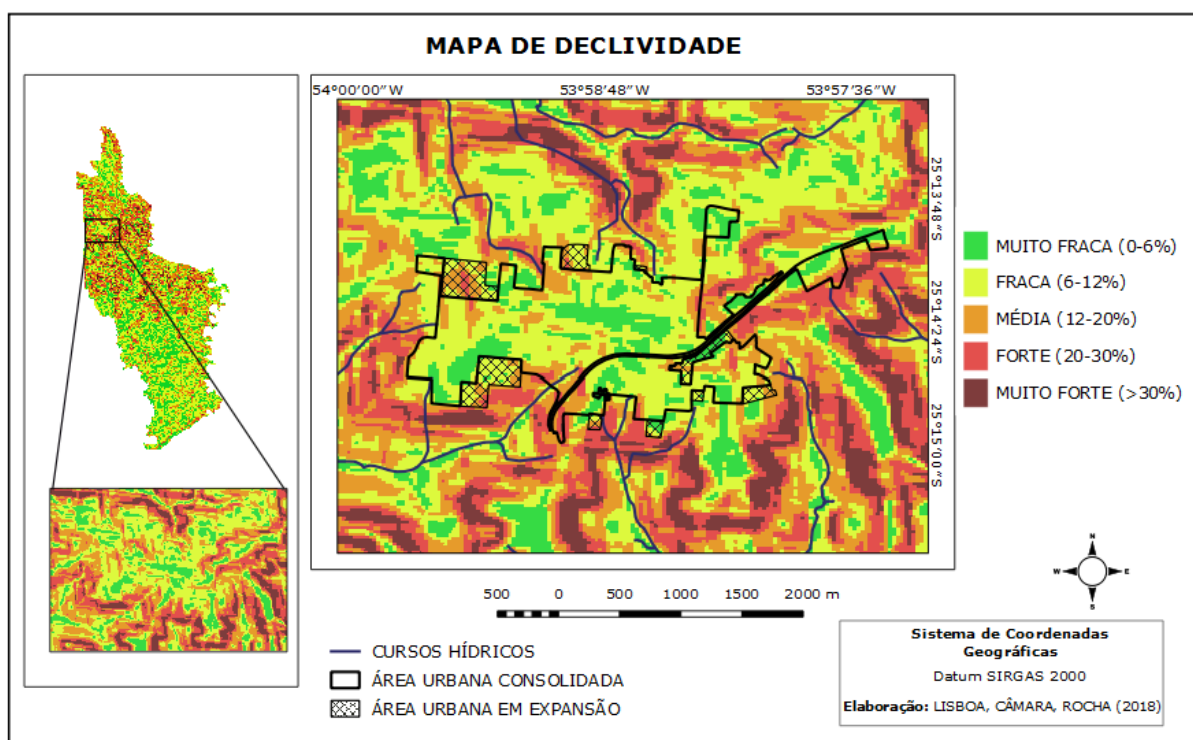


Figura 3 - Mapa de Declividade da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR
Fonte: Autoria Própria (2018).

Além disso, é possível notar presença de declividade forte (20-30%) e muito forte (>30%) nas regiões norte, sul, sudeste, nordeste e em pequenas áreas no sudoeste e noroeste. Estes setores são caracterizados por terrenos fortemente ondulados até montanhosos, sendo que áreas urbanas podem ser consolidadas até a classe de 30% (fragilidade forte). Para áreas com declividade acima de 30%

(fragilidade muito forte), recomenda-se áreas de preservação da cobertura vegetal devido ao risco de sérios problemas de erosão e instabilidade de vertentes, conforme a Lei Nº 2.323/2011 que dispõe sobre as normas de uso e ocupação do solo no município de Matelândia. Nestas áreas, segundo a figura 3, nota-se a predominância dos cursos hídricos. É importante ressaltar que quanto maior a inclinação do terreno, maior o escoamento superficial da água, aumentando assim a intensidade erosiva da precipitação e o potencial de processos erosivos, podendo ainda gerar assoreamento nos rios.

Identificando a área urbana em expansão no mapa de declividade (Figura 3), nota-se que o crescimento da cidade está ocorrendo, predominantemente, em áreas com fragilidade baixa e média.

O mapeamento pedológico da área urbana permitiu identificar as seguintes classes de solos predominantes: Latossolo Vermelho, Neossolo Litólico e Nitossolo Vermelho, conforme ilustrado na Figura 4.

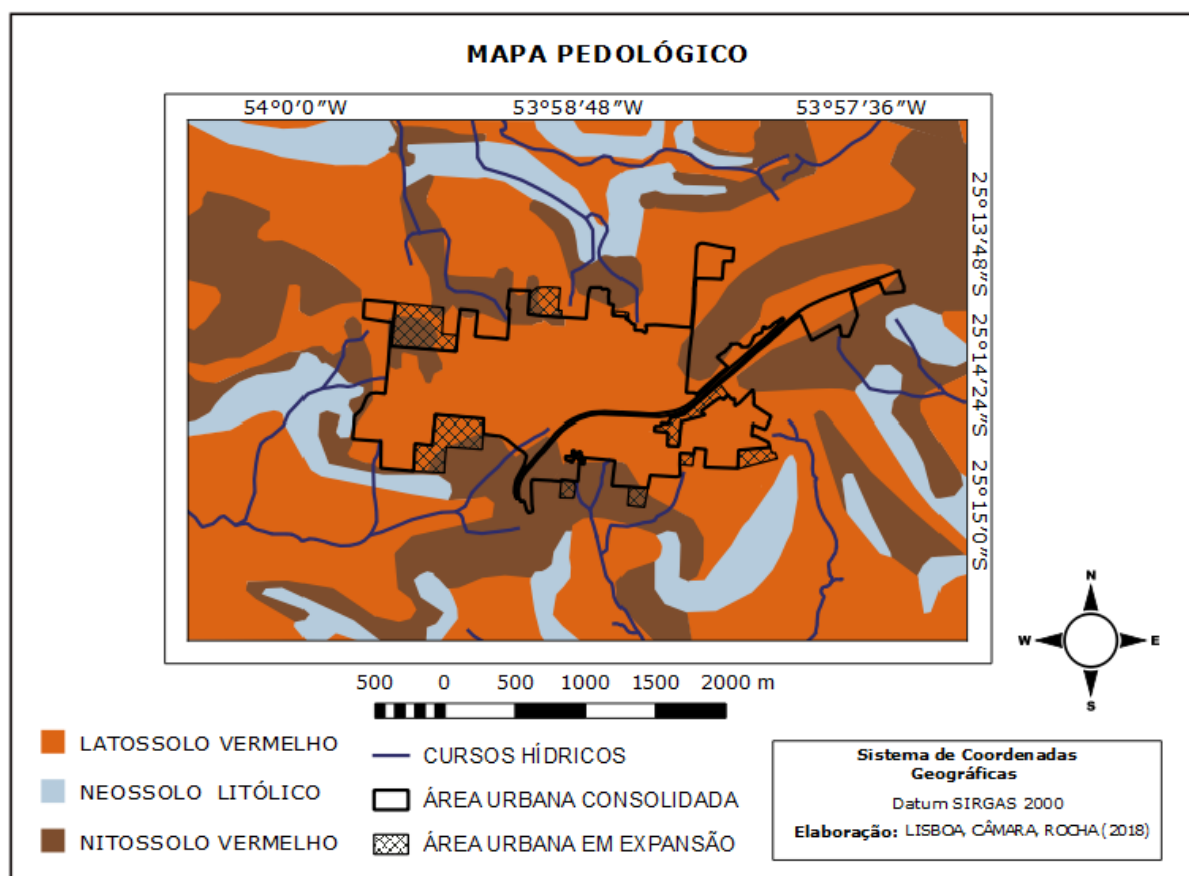


Figura 4 - Mapa Pedológico da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR
Fonte: Autoria Própria (2018).

De acordo com a Figura 4, é possível concluir que a área urbana

consolidada está estabelecida predominantemente em áreas de Latossolo Vermelho. Em geral, esse tipo de solo é muito intemperizado, friável, profundo, de boa drenagem e com argila de atividade baixa. Caracterizam-se por uma morfologia uniforme ao longo do perfil. Logo, são solos estáveis que ocorrem predominantemente em relevos planos e suavemente ondulados, sendo assim recomendados para a urbanização.

Uma menor parte da área urbana está localizada em regiões de Nitossolo Vermelho. Esse tipo de solo é menos evoluído do que o Latossolo. Caracterizam-se por possuírem menor profundidade e são encontrados geralmente em áreas de média declividade. Devido a tal fato, áreas com a presença de Nitossolos, quando associado a projetos de urbanização precárias e sem controle de drenagem, pode ocorrer restrições para a urbanização, sendo necessário assim, algumas práticas de contenção e conservação.

Quanto a regiões de Neossolo, não há área urbana consolidada neste tipo de solo, porém há proximidades na região sudoeste da área urbana. É importante destacar que a principal característica desta classe de solo é o pequeno desenvolvimento. São normalmente muito rasos e localizados geralmente em relevos declivosos, tornando-se susceptível a processos erosivos. Os Neossolos são recomendados para áreas de preservação e apresentam restrições a urbanização.

Em relação a área urbana em expansão é possível perceber que o crescimento da cidade está ocorrendo para regiões diferentes. Nas regiões sul e noroeste, a expansão está ocorrendo predominantemente em áreas de Nitossolo Vermelho. Já nas regiões sudeste, sudoeste e norte a predominância está em áreas de Latossolo Vermelho, o que é adequado para a urbanização. Porém, é importante ressaltar que se o crescimento da cidade continuar na região sudoeste, terá presença de Neossolos Litólicos, sendo as áreas de expansão sujeitas a problemas de drenagem e a evolução de processos erosivos, conforme é demonstrado na Fotografia 1.

4.2 MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA NA ÁREA URBANA E PERIUBANA DE MATELÂNDIA

Buscou-se identificar através do Mapa de Uso e Cobertura da Terra da área

urbana de Matelândia (Figura 5), as áreas de cobertura vegetal e as áreas modificadas por ações antrópicas, com a finalidade de compreender a distribuição espacial do uso da terra no local definido para estudo. Além disso, através da área total do quadrante delimitado, 22,96 Km², foi possível obter as porcentagens referentes a cada tipo de uso terrestre (Tabela 6).

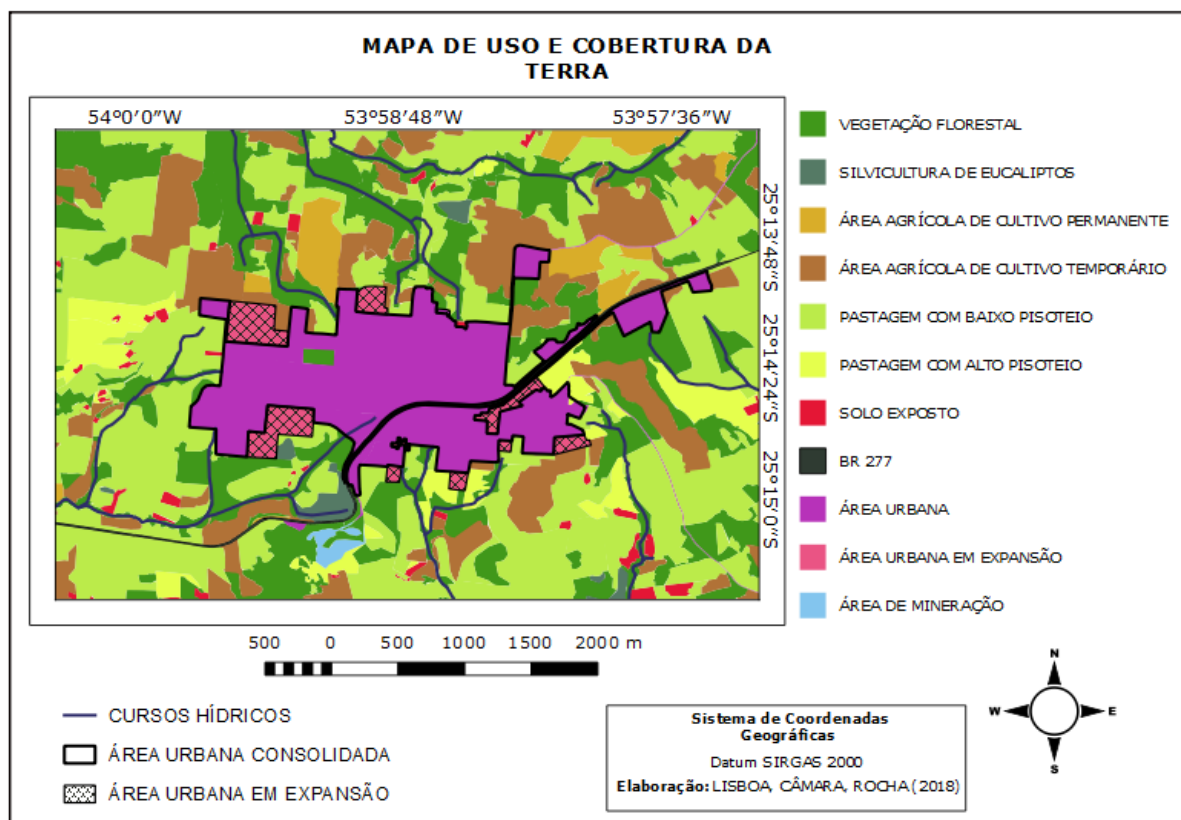


Figura 5- Mapa de Uso e Cobertura da Terra da área de estudo do município de Matelândia-PR
Fonte: Autoria Própria (2018).

De acordo com a Figura 5 e a Tabela 6, é possível identificar que a atividade de pastagem com baixo pisoteio é a mais representativa de todas as ocupações do local de estudo, correspondendo a 37,67% da área total. De acordo com o senso agropecuário do IBGE (2017), o município possui criação de bovinos, caprinos, equinos, galináceos, muares, ovinos, patos, gansos, marrecos, perdizes e faisões, perus e suínos, sendo os bovinos, suínos e galináceos os mais criados. A maioria destes locais encontram-se próximos a cursos d'água, em baixa vertente, correspondendo a 8,65 km² da área de estudo.

As áreas de pastagem com alto pisoteio também se encontram, na maior parte, perto dos cursos hídricos, em baixa vertente, possuindo área de 0,99 km², ou seja, 4,31% da área total. É importante ressaltar que segundo a Lei nº 12.727 de

2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Código Florestal), no Art. 4º considera-se Áreas de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso hídrico natural perene e intermitente, desde a borda da calha do leito regular, devem ser de largura mínima de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura e 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

Tabela 6 - Porcentagens referentes as frações de uso e cobertura da terra da área de estudo

Uso e Cobertura da Terra	Área (Km²)	Porcentagem (%)
Área Urbana Consolidada	4,77	20,78
Área Urbana em Expansão	0,45	1,96
Área de Mineração	0,072	0,31
Pastagem com Baixo Pisoteio	8,65	37,67
Pastagem com Alto Pisoteio	0,99	4,31
Área Agrícola de Cultivo Temporário	3,54	15,42
Área Agrícola de Cultivo Permanente	0,66	2,87
Solo Exposto	0,35	1,52
Silvicultura de Eucaliptos	0,21	0,91
Vegetação Florestal	3,27	14,24
Área Total	22,96	100

Fonte: Autoria Própria (2018).

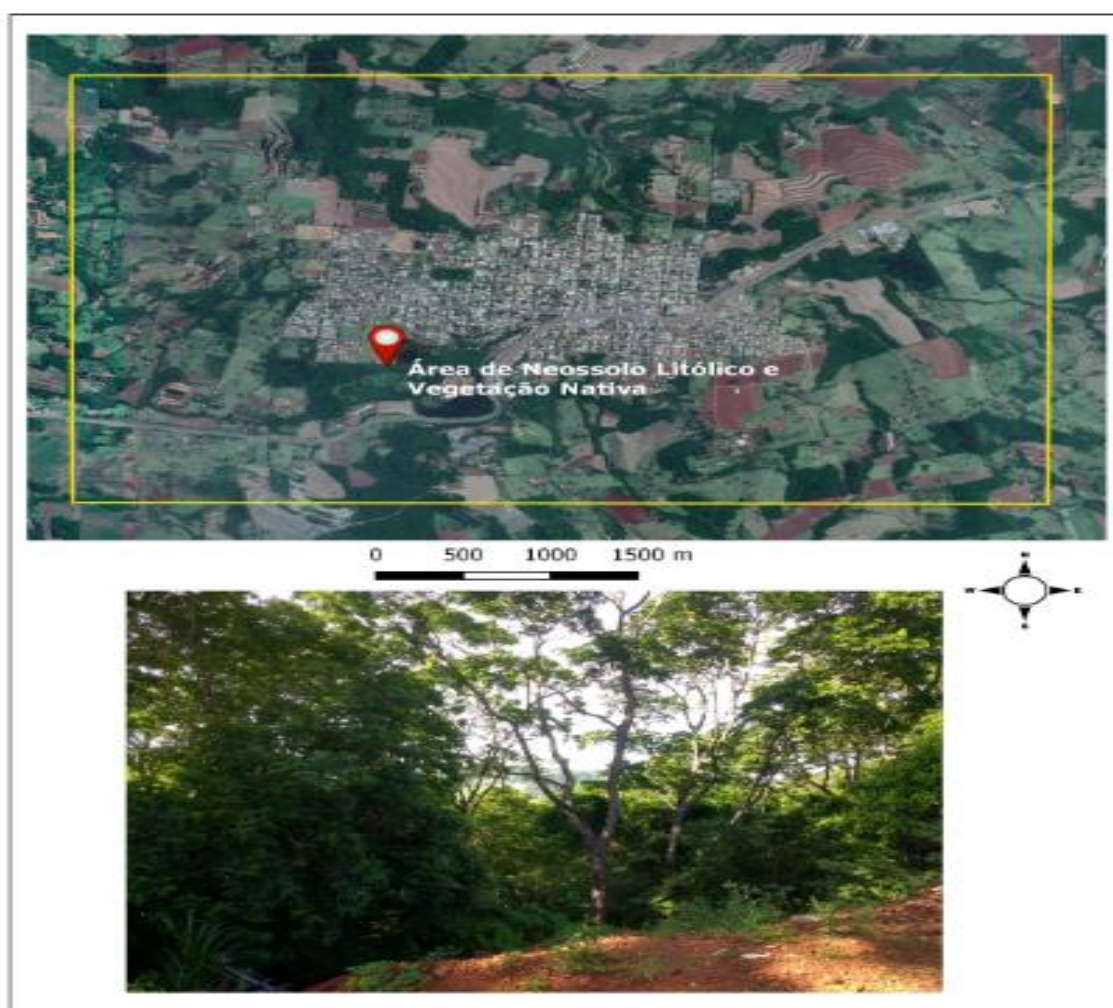
O Art. 61º dispõe que em áreas de atividades agrossilvipastoris consolidadas até 22 de julho de 2008, em Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água natural, torna-se obrigatório a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, independente da largura do curso d'água, para as áreas rurais de até 1 (um) módulo fiscal, ou seja, 1 (um) hectare, independentemente do tamanho do curso d'água natural. Para os imóveis rurais de área superior a 1 (um)

módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais é obrigatório a recomposição em 8 (oito) metros das faixas marginais. Já para as áreas superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais, é obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 15 (quinze) metros. E, para os imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais, torna-se obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais: em 20 (vinte) metros, para áreas superior a 4 (quatro) e de até 10 (dez) módulos fiscais, nos cursos hídricos com até 10 (dez) metros de largura; e nos restantes dos casos, a faixa de recomposição deve corresponder à metade da largura do curso d'água, observado o mínimo de 30 (trinta) e o máximo de 100 (cem) metros.

A área urbana consolidada encontra-se em torno da BR-277 e corresponde a 4,77 Km² da área de estudo, ou seja, 20,78% do território delimitado. Além disso, é possível notar que as extremidades da área urbana estão próximas aos cursos hídricos, localizadas assim, em lugares de baixa a média vertente. As áreas em expansão são uma das menores ocupações do território, possuindo 0,45 km² somente da área total, localizando-se em regiões que anteriormente eram ocupadas por atividades agrícolas ou agropecuárias. Porém, conforme citado no último parágrafo do item 4.3, se o crescimento da cidade continuar na região sudoeste, estas áreas serão sujeitas a processos erosivos devido ser composta de Neossolo Litólico, além de remover a cobertura vegetal em que previne o transporte de sedimentos e contribui com o desenvolvimento do solo. Logo, esta área não é interessante para continuar a expansão e torna-se recomendado o isolamento do local, conforme demonstrado nas fotografias 1 e 2.



Fotografia 1 - Área de vegetação nativa e de Neossolo próxima da área de expansão do município de Matelândia-PR
Fonte: Autoria própria (2018).



Fotografia 2 - Área de vegetação nativa e de Neossolo próxima da área de expansão do município de Matelândia-PR
Fonte: Autoria própria (2018).

Quanto as áreas de atividades agrícolas, correspondem a uma área total de 4,20 km² ou seja, 19,28 % da área de estudo, sendo caracterizado por culturas temporárias e permanentes. Nas lavouras permanentes são produzidas bananas, figos, maracujá, noz, pêssigo, uva, destacando-se as bananas e uvas. Nas lavouras temporárias encontra-se soja, milho, abóbora, moranga, alho, amendoim, arroz, aveia branca, cana-de-açúcar, cebola, ervilha, feijão, fumo, mandioca, trigo e entre outros, sobressaindo as culturas de soja, milho e trigo (IBGE, 2017).

Os solos expostos que estão próximos às áreas de pastagem e agrícolas, representam pouca ocupação, com apenas 1,52% do território estudado. Essas áreas devem ter um alto grau de atenção, devido ao fato de que os solos podem ser transportados por processos erosivos, assoreando corpos hídricos. Além disso, a contínua evolução deste processo sem métodos conservacionistas, pode agravar a

erosão, aparecendo as voçorocas e expondo o lençol freático.

Sobre as áreas de vegetação, elas localizam-se ao entorno ou próximos dos corpos hídricos. Representam 14,24% do território. É importante ressaltar que nas regiões sul, sudoeste e sudeste, a mata ciliar é irregular ao longo dos cursos d'água, perdendo espaço para as ocupações de pastagem, agricultura e área urbana. Em relação as áreas de silviculturas de eucaliptos, correspondem a uma área de 0,21 km². Segundo Lima (1996), o efeito destas plantações sobre a flora pode ser positivo ou negativo. Quando a alteração de áreas de pastos por eucaliptos, o impacto é positivo, pois a vegetação plantada gera melhor condição para o desenvolvimento da fauna, como por exemplo possibilitar a migração de genes entre as áreas cultivadas. Por outro lado, quando é retirado mata nativa, mesmo que secundária, para substituir por eucaliptos, haverá efeito negativo com o desmatamento.

Por fim, a área de mineração é a menor parcela da área total, localizando-se na região sul ao lado de áreas de pastagem e vegetação. É importante ressaltar que tal atividade implica na supressão da vegetação ou impedimento de sua regeneração. A mineração altera a paisagem, provoca desmatamento, erosão, dispersão de metais pesados, contamina cursos d'água e pode comprometer a flora e fauna local (IBRAM,2012). Devido a isto, as medidas mitigadoras devem estar contidas no Estudo, Avaliação e Relatório de Impacto Ambiental que são exigidos pelos órgãos federais, para liberação da operação do empreendimento (SILVA; ANDRADE, 2017). A fotografia 3 demonstra esta área que se localiza dentro do território estudado.



Fotografia 3 - Área de Mineração localizada na área periurbana do município de Matelândia-PR

Fonte: Autoria Própria (2018).

4.3 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE POTENCIAL NA ÁREA URBANA E PERIUBANA DE MATELÂNDIA

O mapa de fragilidade potencial é o cruzamento entre as informações geomorfológicas e pedológicas, com o objetivo de uma maior representatividade da vulnerabilidade natural do ambiente no local de estudo. O mapeamento da fragilidade ambiental permitiu visualizar o predomínio de fragilidade muito fraca e fraca na maior parte da área urbana consolidada e nas áreas de expansão. Porém, algumas áreas de crescimento urbano estão em locais de fragilidade média e forte. As fragilidades fortes e muito fortes, estão localizadas nos setores norte, sul, sudeste, sudoeste e pequenas partes na região noroeste e nordeste conforme a Figura 6.

exemplo de área de fragilidade potencial forte no território estudado, pode ser visto na Fotografia 4.



Fotografia 4 - Área com Fragilidade Potencial Forte no município de Matelândia- PR
Fonte: Autoria Própria (2018).

Já nas áreas de fragilidade potencial muito forte, há presença de Neossolo Litólico associados a declividade muito forte (>30%). Com tipo de solo raso e declividade acentuada, estas áreas possuem o risco elevado de desenvolvimento de processos erosivos. Vale ressaltar que estas regiões, em sua maior parte, estão localizadas em torno dos cursos hídricos, nos setores norte, sul, leste e oeste, conforme mostrado nas Fotografias 1 e 2.

4.4 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE EMERGENTE NA ÁREA URBANA E PERIUBANA DE MATELÂNDIA

Pode-se avaliar a fragilidade emergente da área urbana e periurbana da cidade de Matelândia, com base na correlação da carta de fragilidade potencial e do uso e ocupação do solo, descrita na Tabela 7. Este cruzamento de informações

considerou os impactos gerados pelas diferentes formas de uso e manejo da área e a vulnerabilidade natural do ambiente, conforme a Figura 7.

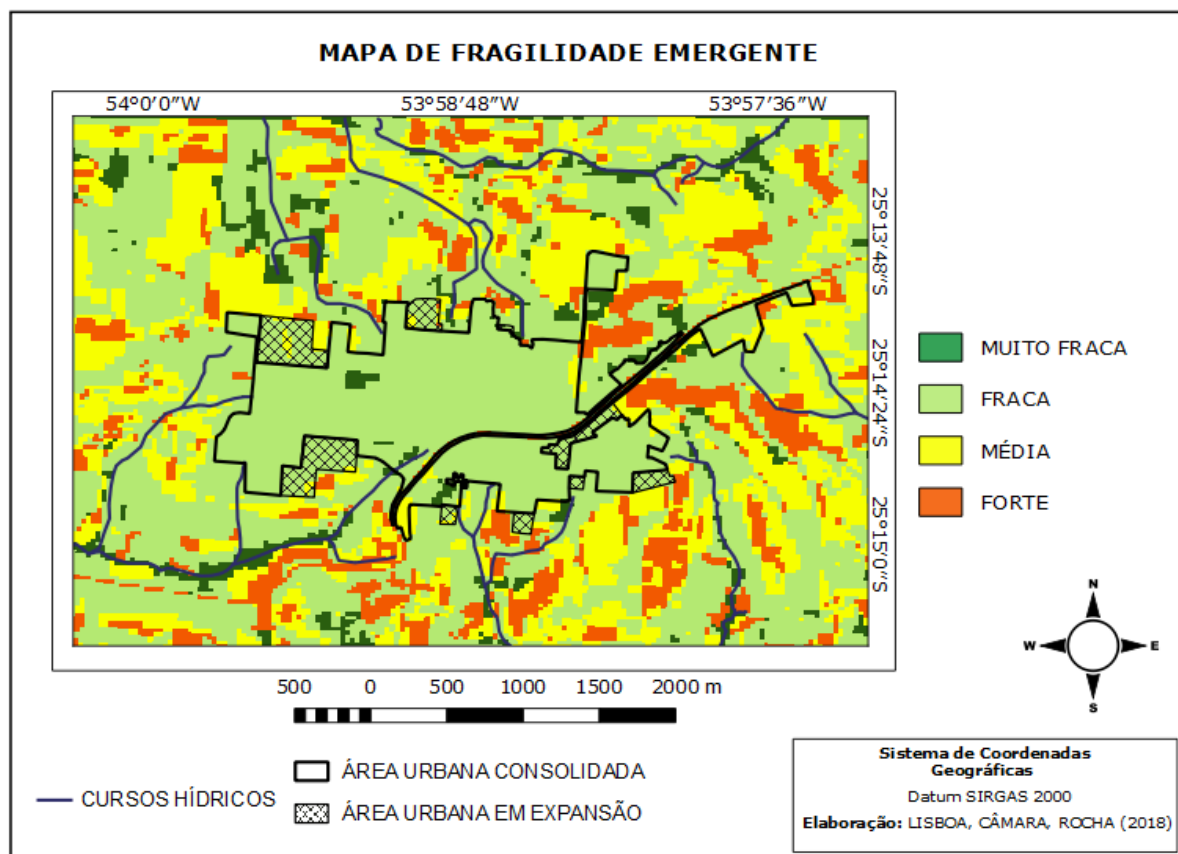


Figura 7 - Mapa de Fragilidade Emergente da área de estudo do município de Matelândia-PR

Fonte: Autoria Própria (2018).

No que diz a respeito das áreas ocupadas por vegetação, observa-se que se encontram em locais sobre baixas declividades (0 a 12 %) e em presença de solos Nitossolos Vermelhos ou, ainda em solos Nitossolos Vermelhos porém sobre declividades fortes (20-30%), ressaltando-se algumas áreas específicas que são cobertas por Neossolos Litólicos associado com declividade muito forte (>30%). Nestes locais, ocorre maior proteção solo devido a cobertura vegetal, fato que permite classificar esses setores como baixa fragilidade emergente.

Tabela 7 - Correlação da Fragilidade Potencial e o Uso e Ocupação do Solo da área de estudo
(continua)

Grau de Fragilidade	Fragilidade Potencial	Fragilidade Emergente
Muito Fraca	Latossolo Vermelho associado com Declividade muito fraca (0-6%)	<ul style="list-style-type: none"> - Fragilidade Potencial mais o uso do solo por vegetação natural - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área urbana consolidada e urbana em expansão - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem de baixo pisoteio
Fraca	Latossolo Vermelho associado com Declividade fraca a média (6 -20%) ou Nitossolo Vermelho associado com Declividade muito fraca a fraca (0-12%)	<ul style="list-style-type: none"> - Fragilidade Potencial mais o uso do solo por vegetação natural - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área urbana consolidada e urbana em expansão - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem de baixo pisoteio - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem de alto pisoteio - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área agrícola de cultivo permanente
Fraca	Latossolo Vermelho associado com Declividade muito fraca (0-6%)	<ul style="list-style-type: none"> - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem de alto pisoteio - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área agrícola de cultivo permanente -Fragilidade Potencial mais as áreas ocupadas por vegetação natural
Média	Nitossolo Vermelho associado com Declividade média (12-20%) ou Neossolo Litólico associado com Declividade Fraca (6-12%)	<ul style="list-style-type: none"> - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem de alto pisoteio - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área agrícola de cultivo permanente - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com silvicultura de eucaliptos
Média	Neossolo Litólico associado com Declividade Muito Forte (>30%)	Fragilidade Potencial mais o uso do solo por vegetação natural
Média	Nitossolo Vermelho associado com Declividade forte (20-30%)	<ul style="list-style-type: none"> - Fragilidade Potencial mais o uso do solo por vegetação natural - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área urbana em expansão - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem de baixo pisoteio
Média	Latossolo Vermelho associado com Declividade fraca a média (6 -20%) ou Nitossolo Vermelho associado com Declividade muito fraca a fraca (0-12%)	- Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área agrícola de cultivo temporário

Tabela 7 - Correlação da Fragilidade Potencial e o Uso e Ocupação do Solo da área de estudo**(conclusão)**

Grau de Fragilidade	Fragilidade Potencial	Fragilidade Emergente
Forte	Nitossolo Vermelho associado com Declividade forte (20-30%)	- Fragilidade Potencial mais o uso do solo com silvicultura de eucaliptos - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem de alto pisoteio - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área agrícola de cultivo permanente
Forte	Nitossolo Vermelho associado com Declividade média (12-20%) ou Neossolo Litólico associado com Declividade Fraca (6-12%)	- Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área agrícola de cultivo temporário - Fragilidade Potencial mais áreas de solo exposto - Fragilidade Potencial mais o uso do solo com área de mineração

Fonte: Autoria Própria (2018).

As áreas ocupadas por silviculturas de eucaliptos são encontradas na presença de solos Nitossolos Vermelhos, sobre declividade forte (20-30%). Nesse setor, de acordo com a metodologia adotada por Ross (1994) é considerada média a fragilidade emergente. Os setores em que se encontram solo exposto e área de mineração estão em sua maior parte sobre solos Nitossolos Vermelhos e declividade média (12-20%). Logo, considera-se a fragilidade emergente como forte, segundo a metodologia de Ross (1994).

Nos territórios ocupados por culturas temporárias a fragilidade emergente considerada na maior parte é média, devido estas áreas se encontrarem sobre declividades fracas a média (6-20%) e em presença de Latossolos Vermelhos, excetuando alguns lugares com fragilidade forte, onde se encontra presença de solos Nitossolos Vermelhos e declividades médias (12-20%). Já as áreas de culturas permanentes, na maioria dos locais, a fragilidade emergente observada é fraca, segundo a metodologia de Ross (1994), pois estão situadas em declividades muito fracas (0-6%) e em solos Latossolos Vermelhos.

As áreas de pastagem com baixo pisoteio são encontradas, na maioria do território, sobre declividades fracas a média (6-20%) e em solos Latossolos Vermelhos ou em Nitossolos Vermelhos associados com declividades muito fracas a fracas (0-12%), sendo assim classificada fragilidade emergente como baixa. Porém em algumas áreas pouco expressivas se encontra fragilidade emergente média, devido a presença de solos Nitossolos Vermelhos sobre declividades fortes (20-30%). Já as áreas ocupadas por pastagem com alto pisoteio são encontradas,

segundo a metodologia de Ross (1994), fragilidades emergentes de média a forte, pois estão sobre solos Nitossolos Vermelhos associados com declividades médias a fortes (12-30%).

No que tange as áreas urbanas e em expansão, são observadas fragilidade emergente fraca, devido a predominância de solos Latossolos Vermelhos sobre declividades fracas a médias (6-20%) e em algumas áreas de expansão há presença de solos Nitossolos Vermelhos associados com declividades muito fracas a fracas (0-12%). Porém, na Figura 7, no setor noroeste, encontra-se áreas urbanas em expansão com fragilidade emergente média. Estes locais podem ser urbanizados desde que se obtenha um planejamento com uma boa infraestrutura e implantação de obras de drenagem. Exemplo dessas áreas podem ser visualizados nas Fotografias 5 e 6.



Fotografia 5- Área com Fragilidade Emergente Média no município de Matelândia- PR
Fonte: Autoria Própria (2018).



**Fotografia 6 - Área com Fragilidade Emergente Média no município de Matelândia- PR
Fonte: Aatoria Própria (2018).**

4.5 PROPOSTA DE ZOANEAMENTO PARA EXPANSÃO URBANA DE MATELÂNDIA -PR

De acordo com a caracterização geoambiental e dos resultados obtidos nos mapas de fragilidade potencial e emergente (Figuras 6 e 7), torna-se possível recomendar as melhores áreas de expansão urbana da área de estudo, conforme demonstrado na Figura 8.

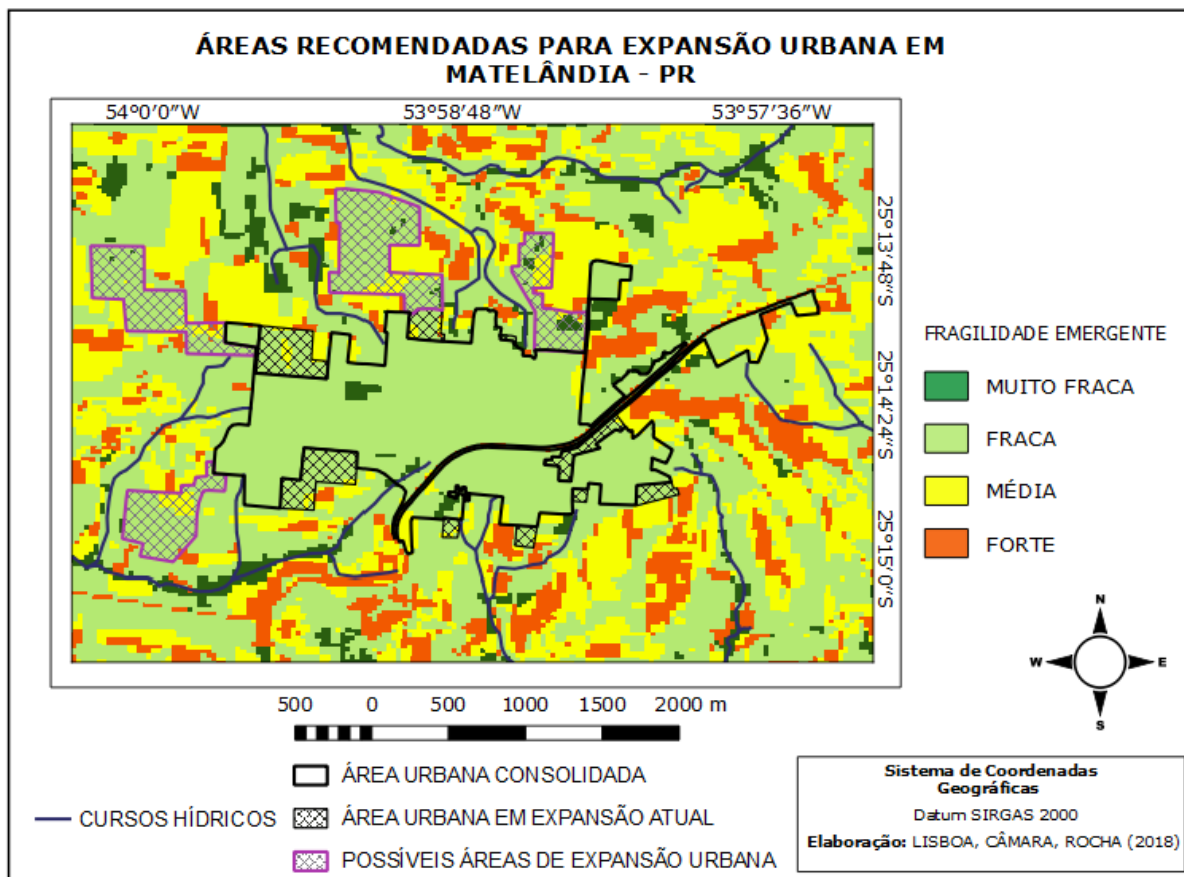


Figura 8 - Área recomendada para expansão urbana no município de Matelândia-PR
Fonte: Autoria Própria (2018).

Com base na análise do mapa de fragilidade emergente (Figura 7), considerando o uso atual da cobertura do solo (Figura 5) e o mapeamento da fragilidade potencial (Figura 6), recomenda-se que as áreas de expansão urbana ocorram nos setores sudoeste, noroeste e norte (Figura 8). Nessas áreas propostas, verifica-se a predominância de solos estáveis (Latosolo Vermelho), sobre baixas declividades (6-12%), prevalecendo a fragilidade emergente fraca. Porém, nestes mesmos locais indicados, há áreas de fragilidade emergente média, embora pouco expressivas, recomenda-se práticas de conservação ambiental para evitar o desenvolvimento de processos erosivos, como por exemplo implantação eficiente de obras de drenagem.

A Lei nº 2.320/2011 que institui o Plano Diretor do município de Matelândia, possui como objetivos gerais, segundo o artigo 6, ordenar o uso e ocupação do solo; melhorar a qualidade de vida da população, no que refere-se à habitação, infraestrutura, entre outros; implantar a regularização urbanística; tornar acessível à terra e à habitação, favorecendo a acessibilidade para comunidades com menor

poder aquisitivo; igualdade sócio espacial; considerar fatores ambientais para determinar critérios e parâmetros para o uso e ocupação do solo; estimular o desenvolvimento sustentável econômico e ambiental; reduzir custos operacionais para aumentar a eficácia econômica do Município; promover os investimentos dos setores públicos e privados; fortalecer os segmentos de planejamento, articulação e controle, aperfeiçoando o setor público administrativo; assegurar a participação da população nos processos de decisões de planejamento e gestão das questões de interesse comum do desenvolvimento territorial.

Além disso, o artigo 35 desta Lei Municipal dispõe sobre as diretrizes específicas para o sistema de drenagem, em que ressalta no inciso IV a importância de assegurar a implantação de medidas de controle de erosão, relacionadas principalmente a ocupação irregulares, desmatamento e despejo de resíduos. O artigo 48 descreve que o ordenamento territorial se fundamenta na organização e controle do uso e ocupação do solo, com o objetivo de evitar e corrigir alterações dos processos de desenvolvimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente, desenvolvimento econômico, social e qualidade de vida da população.

No artigo 49 constituem os objetivos gerais do ordenamento territorial, sendo eles: nova definição do perímetro urbano para o Município; organização do controle do uso e ocupação dos solos em áreas urbanas; definição de áreas especiais de interesse público ou de manejo e proteção; qualificação dos usos de ocupação do solo; promoção do adensamento compatível com as infraestruturas em regiões de baixa densidade; preservação, recuperação das áreas de interesse histórico, paisagístico, cultural e ambiental; urbanização e qualificação da infraestrutura nas áreas de ocupação de risco; combate a degradação ambiental e compatibilização do uso e ocupação do solo entre áreas urbanas e áreas rurais do Município de Matelândia.

Portanto, os mapas temáticos e as cartas de fragilidade ambiental, podem contribuir com os planejamentos e desempenho dos objetivos descritos e propostos no Plano Diretor da cidade, além de ser uma ferramenta visível para o ordenamento territorial, auxiliando o corpo técnico e a compreensão da população.

5 CONCLUSÃO

O mapeamento de fragilidade potencial e emergente na área de estudo localizada no município de Matelândia – PR, possibilitou a análise da correlação das características naturais e dos impactos causados pela ocupação antrópica. Referente a fragilidade potencial, verificou-se que a área urbana consolidada está, predominantemente, em áreas de fragilidade fraca, devido a presença de solos tipo Latossolos Vermelhos associados às declividades fracas a médias (6 a 20%). Nas áreas de expansão, também se encontra a predominância de fragilidade fraca, excetuando algumas áreas com fragilidade potencial média, pois encontra-se solos do tipo Nitossolos Vermelhos sobre declividade média (12 a 20%). As áreas de fragilidade potencial forte a muito forte estão localizadas entre ou próximas aos cursos hídricos, onde há presença de declividade forte a muito forte (20 a >30%) e solos do tipo Neossolos Litólicos, logo sendo recomendadas áreas de vegetação, conforme o Código Florestal.

No que diz a respeito à fragilidade emergente, identificou-se fragilidades muito baixas nas áreas revestidas por vegetação. As fragilidades baixas foram encontradas em quase toda a extensão do local de estudo, ocupados por área urbana consolidada, áreas de pastagem com baixo pisoteio e áreas agrícolas de cultivo permanente. Isto se deve por causa da predominância de solos do tipo Latossolos Vermelhos que possuem boa estabilidade e declividades fracas a médias (6-12%). Os locais de fragilidade emergente média foram observados em áreas agrícolas de cultivo temporário e algumas áreas de pastagem com alto pisoteio. Já as áreas consideradas fragilidade forte, foram observadas locais de fragilidade potencial forte e muito forte associada com áreas ocupadas por silviculturas de eucaliptos, solo exposto, área de mineração e algumas áreas de cultivo temporário e pastagens. Nesses locais, torna-se necessário novos projetos de planejamento ambiental, que envolvam a prevenção da degradação do solo, além de problemas socioambientais.

Ademais, o presente estudo indica áreas de expansão urbana para áreas de baixa fragilidade emergente, com a finalidade de recomendar um crescimento ordenado em que não descaracterize o meio físico original.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Gustavo H. S. et al. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2005.

BRASIL. **Decreto – lei nº 12.727**, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

CABRAL, João B. P. et al. Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento, **GeoFocus (Artículos)**, n. 11, p. 51-69, jan. 2011. ISSN: 1578-5157. Disponível em: <http://geofocus.rediris.es/2011/Articulo3_2011.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2018.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001. p.1-14. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4108352/mod_resource/content/1/CAMARA%20Intoducao%20Ciencia%20Geoinformacao.pdf> Acesso em: 05 jun. 2018.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 13 mar.2018

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001. p. 415-440

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2ª Edição. São Paulo: Blucher, 1980.
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 mar. 2018.

COLODEL, José A. **Matelândia: História e Contexto**. Cascavel, Assoeste, 1992. p. 231-262.

CORTIVO, Nelsi S. D.; THIEMANN, Patricia. **Análise Multitemporal e Geotécnica da Área Urbana e Periurbana de Medianeira-PR**. 2016. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso superior de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

DONHA, Annelisa G.; SOUZA, Luis C. de P.; SUGAMOSTO, Maria L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p. 175-181, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n1/v10n1a26>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, DF: 2013. 353 p.

FERREIRA, Micheli. **Mapeamento e Análise da Fragilidade Potencial da Área Urbana e Periurbana do Município de São Miguel do Iguçu-PR**. 2017. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso superior de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 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. 2018.

GLOBAL MAPPER. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/software/global-mapper/>> . Acesso em: 08 mai. 2018

GOUDIE, Andrew. VILES, Heather. **The Earth Transformed – An Introduction to Human Impacts on the Environment**. Oxford: Blackwell Publishers, 1997.

GOUVEIA,, J.M.C.; MOROZ C. G. I.C. Geomorfologia aplicada à gestão de Unidades de Conservação: O Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, Mogi das Cruzes/ SP. **Revista Geonorte** n. 23, p. 414 - 419, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1734>>. Acesso em: 08 mai. 2018.

GRIGIO, Alfredo Marcelo. **Aplicação do sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guaramé (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera**. 2003. 230p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. UFRN. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18766/1/AlfredoMG.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

GUERRA, Antônio José Teixeira. Processos Erosivos nas Enconstas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 11. ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2012. p. 149-209.

GUERRA, Antônio J. T.; MARÇAL, Monica S. **Geomorfologia Ambiental**. 4º Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

GUERRA, Antônio T.; GUERRA, Antônio J.T. **Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico**. 6º edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GUERRA, Antônio T.; GUERRA, Antônio J.T. **Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico**. 3º edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

HENRIQUE, Wendel. **Zoneamento ambiental: uma abordagem geomorfológica**. 2000. 133f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1982-4513201500010011100008&lng=en. Acesso em 25 mar.2018.

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 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 mar. 2018.

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: 24 mar. 2018.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Mineração & Economia Verde**. Encontro da Indústria para a sustentabilidade. Brasília, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1866&t=primeiros-resultados-definitivos-censo-2010-populacao-brasil-190-755-799-pessoas&view=noticia>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados gerais do Município de Matelândia 2017**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/matelandia/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

INSTITUTO GEOeduc – Qualificação sem Fronteiras. GUIA Definitivo do Google Earth. 2018. 21 p. Disponível em: <http://www.geoeduc.com/arquivos/materiais/guia_definitivo_google_earth.pdf>. 11 mai. 2018.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografias e Geociências. Solos – Estado do Paraná. 2008. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Solos.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.

JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Geomorfologia Urbana: Conceitos, Metodologias e Teorias**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira (org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 117-142

KAWAKUBO, Fernando Shinji; 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://mar.te.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

LIMA, Walter P. **Impacto Ambiental do Eucalipto**. Edusp. São Paulo, 1996.

MATELÂNDIA. **Decreto – lei nº 2.323**, de 2011. Dispõe sobre as Normas de Uso e Ocupação do solo no município de Matelândia. Disponível em: <http://www.matelandia.pr.gov.br/prefeitura/arquivos/plano_diretor/Lei2323-2011.pdf> acesso em: 28 out. 2018.

MATELÂNDIA. **Decreto – lei nº 2.320**, de 2011. Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Matelândia. Disponível em: <http://www.matelandia.pr.gov.br/prefeitura/arquivos/plano_diretor/Lei2320-2011.pdf> acesso em: 30 nov. 2018.

MEIRELLES, Margareth Simões Penello. **Análise integrada do ambiente através de geoprocessamento – Uma proposta metodológica para elaboração de zoneamentos**. 1997. 192 f. Tese (Doutorado em Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.

MENEGUETTE, Arlete. Tutorial do Google Earth Pro Gratuito. São Paulo, 2018. 81 p. Disponível em: <https://www.academia.edu/10728005/Tutorial_de_Google_Earth_Pro_Gratuito>. Acesso em: 11. Mai. 2018.

OLIVEIRA, Cesar A. V. Guia SPRING para tratamento de imagens, classificação e geração de cartas. Niterói –RJ: Universidade Federal Fluminense, 2007. 55 p. Disponível em: <http://www.uff.br/geoden/docs/Guia_SPRING.pdf> . Acesso em: 11 mai. 2018.

POLIAVANOV, Helena; BARROSO, Emílio Velloso. **Geotecnia Urbana**. In: GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 147-184.

QGIS. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html> . Acesso em: 08 mai. 2018

RAPER, Jonathan. F.; MAGUIRE, David. J. **Design Models and Functionality in GIS**. London: Computers and Geosciences, 1992, 18 v.

RODRIGUES, Cleide. **Geomorfologia aplicada: avaliação de experiências e de instrumento de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros**. 1997. 276 f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

RODRIGUES, J.O.N; SANTOS, C.J.S; PEREIRA, V.D; GUTIERRES, H.E.P. A Geomorfologia nos Estudos de Impactos Ambientais e o Planejamento Ambiental para ocupação de novas áreas. In: XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste, Brasília, 2016. **Blucher Engineering Proceedigs**, São Paulo, v.3,n.2, p.174-181, 2016. Disponível em: < <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/a-geomorfologia-nos-estudos-de-impactos-ambientais-e-o-planejamento-ambiental-para-ocupao-de-novas-reas-23951>>. Acesso em: 08 mai.2018.

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 S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, p. 63-74. 1994. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 8ªed. 3ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2010

SANTORO, Jair. Erosão Continental. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais: Conhecer Para Prevenir**. São Paulo, Instituto Geológico, 2009. p. 53-70. Disponível em: < <https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/1829/1/vitorjustedossantos.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SANTOS, Jader Oliveira; ROSS, Jurandyr L. S. Fragilidade Ambiental Urbana. **Revista da ANPEGE**, v.8, n. 10, p. 127-144, ago/dez, 2012. Disponível em: < <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/search/search?query=fragilidade+ambiental&authors=&title=&abstract=&galleyFullText=&suppFiles=&dateFromMonth=&dateFromDay=&dateFromYear=&dateToMonth=&dateToDay=&dateToYear=&dateToHour=23&dateToMinute=59&dateToSecond=59&discipline=&subject=&type=&coverage=&indexTerms=>>>. Acesso em: 20 set. 2018.

SANTOS, Vitor J. dos. **Fragilidade Ambiental à Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica do córrego São Domingos, em UBÁ/MG**. 2016. 160 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

SANTOS, Rozely F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro et al. Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Paraná, ano 7, n. 2, p. 03-12, 2006. Disponível em: < <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Mapeamento-Geomorfologico-Do-Estado-Do-Parana/594770.html>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

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://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.28.18.42/doc/p0210.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

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_Semi_decidual.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.

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: 27 mar. 2018.

SILVA, Mariana Lima; ANDRADE, Márcia Cristiane Kravetz. Os Impactos Ambientais da Atividade Mineradora. **Caderno do Meio Ambiente**, v.11, n.6, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324213012_Os_impactos_ambientais_da_atividade_mineradora>. Acesso em: 01 nov. 2018.

TAMANINI, Maria do Socorro A. **Diagnóstico Físico-Ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária – PR**. 2008. 105 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR).

VALENTE, A.L.S. Integração de dados por meio de geoprocessamento, para elaboração de mapas geotécnicos, análise do meio físico e suas interações com a mancha urbana. 1999. 391f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

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)**. 2010. 261f. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Oceânica) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, 2010.

ZACHARIAS, Andrea Aparecida; FREITAS, Maria Isabel Castreghini de. Representação gráfica e zoneamento ambiental: (re)pensando as categorias de análise da cartografia para o mapeamento e síntese da paisagem. In: GERARDI, Lúcia Helena de Oliveira; FERREIRA, Enéas Rente (org.) **Saberes e fazeres geográficos**. Rio Claro: UNESP/IGCE:AGETEO, 2008. p. 121-140.