

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

**MAPPING AND ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL FRAGILITY IN THE  
URBAN AREA OF THE MUNICIPALITY OF MATELÂNDIA - PARANÁ STATE**

Eliana Regina Lisboa VELOSO<sup>1</sup>

Anderson Sandro da ROCHA<sup>2</sup>

Carla Daniela CÂMARA<sup>3</sup>

**Resumo:** As propostas de planejamento ambiental permitem identificar áreas propensas aos impactos ambientais e sociais afim de auxiliar nas tomadas de decisões para minimizar os problemas causados pela expansão urbana. A carta de fragilidade ambiental é uma ferramenta que auxilia o planejamento territorial, pois possibilita mapear áreas suscetíveis aos processos erosivos, sejam eles naturais ou antropogênicos. Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo mapear e analisar a fragilidade ambiental da área urbana e periurbana do município de Matelândia-PR. A metodologia escolhida foi a proposta por Ross (1994), sendo elaborados os mapas temáticos, como o de uso e cobertura da terra, de declividade, pedológico e as cartas de fragilidade ambiental. O mapeamento possibilitou identificar que as áreas de fragilidade baixa se encontram, predominantemente na área urbana consolidada e nas áreas de pastagem com baixo pisoteio, enquanto que nas áreas de fragilidade forte, ocorrem principalmente nos setores com atividades de silvicultura, mineração, pastagens com alto pisoteio, solo exposto e algumas áreas de cultivo temporário. Contudo, o trabalho permitiu a recomendação de práticas de conservação, bem como a elaboração de uma nova proposta de expansão urbana, visando o planejamento e adequação do uso do solo.

**Palavras-chave:** Planejamento Ambiental; Expansão Urbana; Fragilidade Ambiental.

**Abstract:** Environmental planning proposals allow the identification of areas inclined to environmental and social impacts in order to give a support in decision making to minimize the problems caused by urban sprawl. The environmental fragility charter is a tool that helps territorial planning, as it makes it possible to map areas susceptible to erosive processes, whether natural or anthropogenic. In this sense, this research aimed to map and analyze the environmental fragility of the urban and periurban area of the municipality of Matelândia, State of Paraná, Brazil. The chosen methodology was the one proposed by Ross (1994), and thematic maps such as land use and land cover, slope, pedology and environmental fragility charts were prepared. The mapping made it possible to identify that the areas of low fragility occur predominantly in the consolidated urban area and in the low trampled pasture areas, while in the areas of strong fragility, they occur mainly in the sectors with forestry activities, mining, pastures with high trampling exposed soil and some areas of temporary cultivation. However, the study allowed the recommendation of conservation practices, as well as the elaboration of a new proposal for urban expansion, aiming at the planning and adequacy of land use.

**Keywords:** Environmental Planning; Urban Expansion; Environmental Fragility.

---

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental pela UTFPR - Campus Medianeira e Especialista em Gestão Ambiental pela FAG - Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz; E-mail: [eliana\\_lisboa@hotmail.com](mailto:eliana_lisboa@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Geografia pela UEM - Universidade Estadual de Maringá; E-mail: [andersonsdr@gmail.com](mailto:andersonsdr@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela USP -Universidade de São Paulo; E-mail: [camara@utfpr.edu.br](mailto:camara@utfpr.edu.br)

## **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 associada a remoção da cobertura vegetal, geralmente ocasionam o aumento da velocidade do escoamento superficial e da impermeabilização do solo, alterando os processos naturais e provocando a erosão dos solos e o assoreamento dos rios. Nas áreas urbanas esses problemas são cada vez mais visíveis e podem resultar em impactos socioambientais e ampliar as áreas de riscos emergentes.

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 apontados.

Diante disso, existem alguns instrumentos para auxiliar o planejamento ambiental, como o estudo de fragilidade ambiental, em que constam 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, através do estudo de variadas temáticas, como uso e ocupação do solo, geomorfologia, pedologia entre outras (VALLE, FRANCELENO E PINHEIRO, 2016).

Além da fragilidade ambiental, destaca-se também a Geomorfologia Ambiental, que se pauta no relevo como o principal objeto de estudo, visando a contenção de impactos ambientais. A Geomorfologia surge a partir do conhecimento das responsabilidades da ação antrópica nos processos geomorfológicos, do cenário de degradação e conservação, tornando-se fundamental o planejamento do meio físico (GUERRA, 2018).

Diante desta perspectiva, o uso da tecnologia de Sistema de Informações Geográficas, que engloba os softwares do geoprocessamento, possui grande importância para o planejamento de gestão territorial, pois integra diversos dados em uma única base de dados, como por exemplo as cartas temáticas, que somadas com a classe dos solos e a declividade, proporcionam a formação das cartas de fragilidade ambiental (FRUET, 2016).

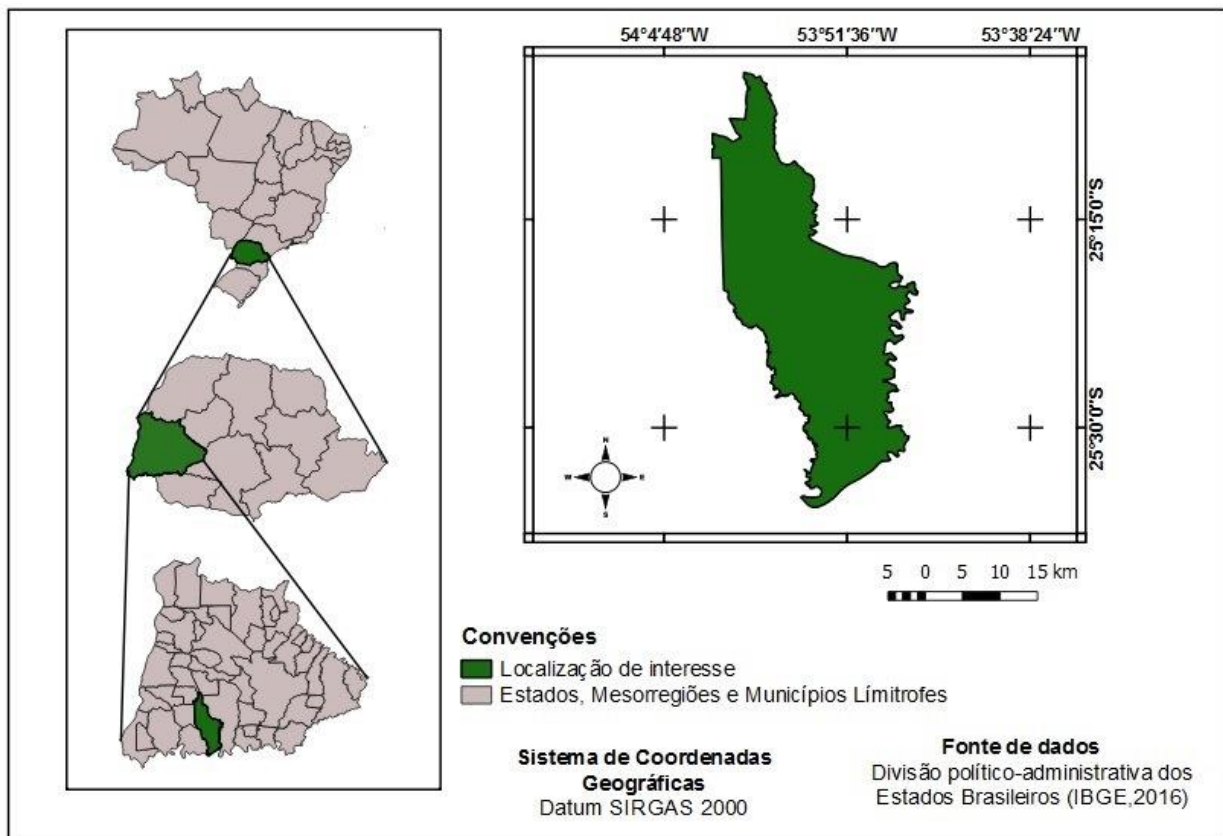
Logo, o estudo da fragilidade ambiental visa identificar as áreas com diferentes graus de risco ambiental através das características naturais ou alteradas por ações antrópicas, que se tornam importantes para o planejamento físico territorial, ou seja, planejamento futuro de ocupação humana (SILVA, DUARTE, GATO E GUANDIQUE, 2020).

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 apresentam alto risco ambiental.

### 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. Os limites municipais encontram-se entre as coordenadas geográficas 25°9'36''S e 25°30'00''S (latitude), e 53°43'12''W e 54°3'36''W (longitude) - (Figura 1). A área territorial do município corresponde a 639,746 Km<sup>2</sup>. A estimativa da população em 2021, segundo o IBGE era de 18.266 habitantes.

**Figura 1** - Localização da Área de Estudo: Município de Matelândia, Região Oeste do Paraná.



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; FIORI; CANALLI; FIORI; SILVEIRA; SILVA; ROSS, 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 (SEED, 2014).

A área de estudo apresenta relevos suavemente ondulados a fortemente ondulados, com declividades que variam entre 6% a 30%, sendo que as áreas com declividades superiores a 30% podem ser terrenos montanhosos. 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 pelos colonizadores oriundos do Rio Grande do Sul. Segundo o autor Colodel (1992), desde o início do século XX até a década de 1950 a principal atividade econômica da microrregião foi a extração de madeira. Praticamente todo o território estava coberto de mata de araucária nas terras mais altas e mata tropical ao longo dos vales fluviais.

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. No final desta década, devido à crescente demanda nacional por óleos vegetais e por carne suína, instalou-se frigoríficos na região e a tecnificação da criação suína, tornando-se possível por causa dos preços favoráveis do mercado internacional (COLODEL, 1992).

Em relação a forma de estabelecimento das residências no município, ainda 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.

## Procedimentos metodológicos

### 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 a metodologia do estudo constituiu-se na seguinte ordem:

#### I. Mapas 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). As imagens *raster* foram obtidas por meio do site Topodata. A classificação da declividade teve por base a classificação proposta por Ross (1994), descrita na tabela 1.

#### 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.

#### III. Mapa de Uso e Cobertura da Terra

O mapa de uso e cobertura da terra foi elaborado utilizando 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 na área de estudo, sendo eles: área urbana, área urbana em expansão, área de pastagem, área agrícola, área de vegetação nativa, entre outros.

## 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 índice de declividade do relevo, o tipo de solo e o uso e cobertura da terra. Neste processo, destaca-se duas unidades eco dinâmicas: a fragilidade potencial e a fragilidade emergente. A fragilidade potencial 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, em associação com o grau de proteção do uso e cobertura vegetal.

No que se refere à classificação da fragilidade potencial, foram utilizados os índices de declividade e solos. Os índices de declividade do relevo exercem uma grande influência para classificação da fragilidade. Considerando as características do relevo da área, foram utilizados os graus de fragilidade propostos. Optou-se pela metodologia de Ross (1994) – (Tabela 1).

**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	<b>Latossolo Vermelho</b> , Latossolo Vermelho – Amarelo, textura argilosa
2	Baixo	Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho – Amarelo, textura média
3	Médio	<b>Nitossolo Vermelho</b> , Chernossolo, Argissolo Vermelho, textura argilosa
4	Médio	Argissolo Vermelho – Amarelo, textura média
5	Alto	<b>Neossolos</b> , Cambissolos, Gleissolos

**Fonte:** Adaptado de Ross (1994).

Além da declividade e do tipo de solo, foi avaliado o grau de fragilidade através do uso e cobertura da terra. Essa análise é realizada 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 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.

<b>Atributo</b>	<b>Tipo de Cobertura</b>	<b>Graus de Fragilidade</b>
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
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 4** - Graus de fragilidade em decorrência ao nível de urbanização.

<b>Atributo</b>	<b>Nível de Urbanização</b>	<b>Graus de Fragilidade</b>
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

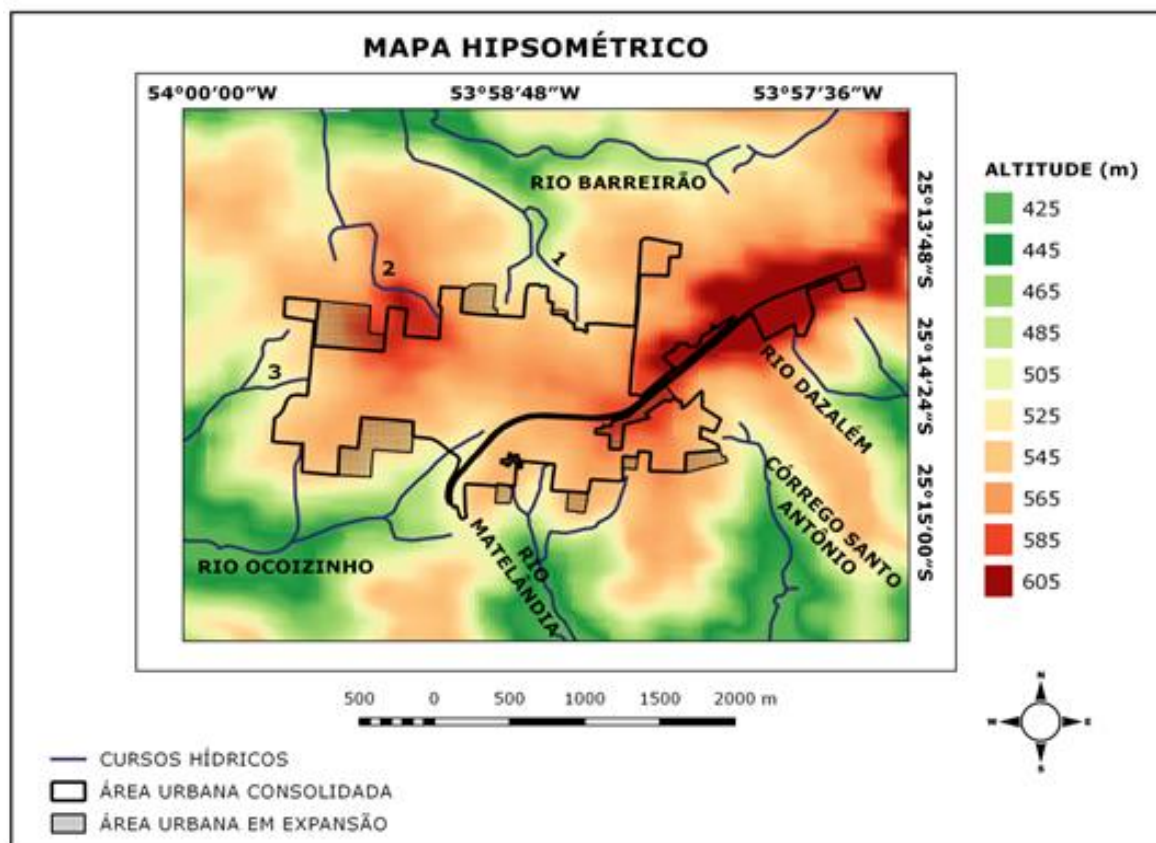
Fonte: Adaptado de Santos; Ross (2012).

## Resultados e discussões

### Caracterização Topográfica e Pedológica da área urbana e periurbana do Município de Matelândia

A área 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 1** - Mapa Hipsométrico da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR.



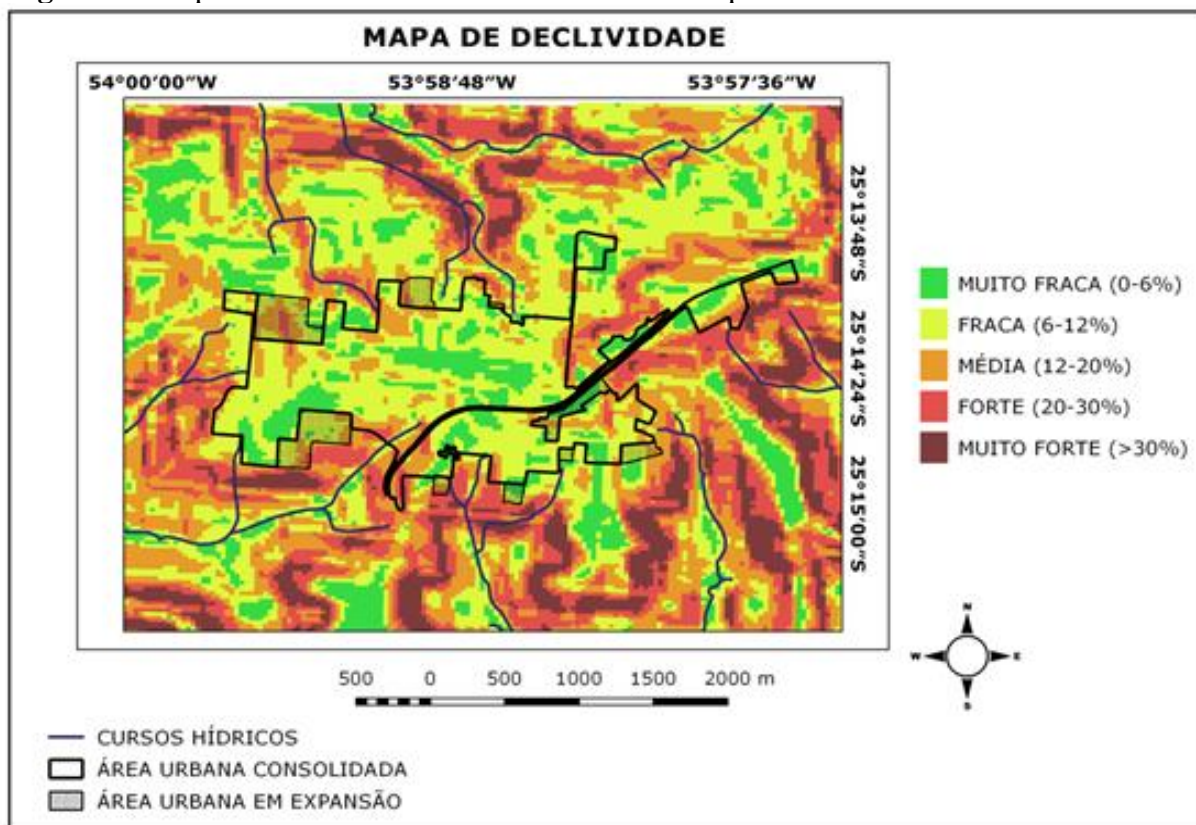
Fonte: Autoria Própria (2018).

O mapa de declividade (Figura 3), indica que a área urbana consolidada e a área de expansão estão inseridas 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 podem 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 2** - Mapa de Declividade da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR.

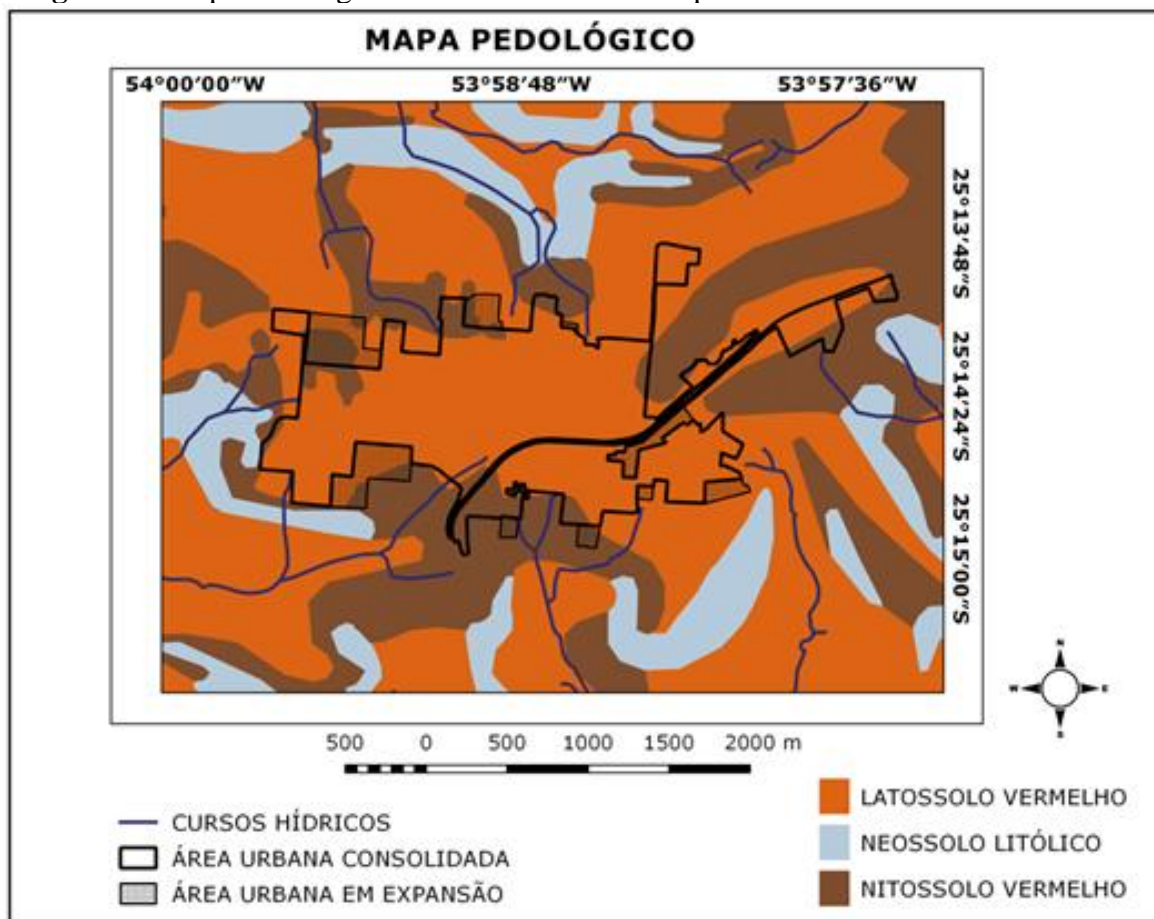


**Fonte:** Autoria Própria (2018).

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 erosão e instabilidade de vertentes. A recomendação para evitar a implantação de áreas urbanas em declividades acima de 30% também está descrita nas normas de uso e ocupação do solo no município, conforme a Lei nº 2.323/2011. Nestas áreas (figura 3), além de relevo altamente dissecado, encontram-se margens de cursos hídricos.

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 3** - Mapa Pedológico da área urbana e em expansão da cidade de Matelândia-PR.



Fonte: Autoria Própria (2018).

Conforme evidencia a figura 4, é possível verificar que a área urbana consolidada e a área de expansão estão estabelecidas predominantemente em setores de Latossolo Vermelho. Em geral, esse tipo de solo é muito intemperizado, friável, profundo, de boa drenagem e com argila de atividade baixa. São solos estáveis que ocorrem predominantemente em relevos planos e suavemente ondulados, sendo assim recomendados para a urbanização.

Uma menor parte da área urbana e de expansão está localizada em setores com ocorrência de Nitossolo Vermelho. Esse tipo de solo pode apresentar problemas de infiltração de água no solo devido a sua condição estrutural. Na área de estudo, os Nitossolos geralmente são encontrados em segmentos de média declividade. Dessa forma, áreas com a presença de Nitossolos, quando associados a projetos de urbanização precárias e sem controle de drenagem,

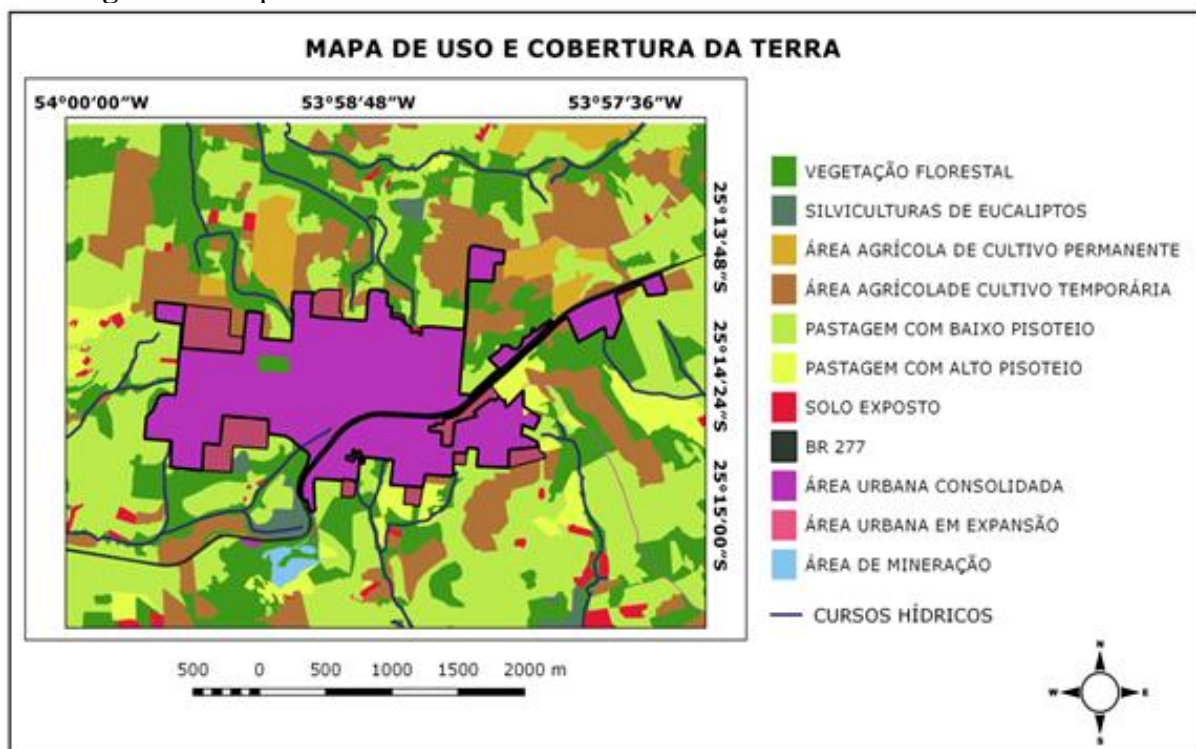
podem estar sujeitas a restrições para a urbanização, sendo necessário assim, algumas práticas de contenção e conservação.

Nos setores com a presença de Neossolo, não há área urbana consolidada, porém verificam-se áreas de solos rasos no entorno da área urbana no setor sudoeste da cidade. É importante destacar que a principal característica desta classe de solo é o baixo desenvolvimento pedogenético. São normalmente muito rasos e encontram-se localizados geralmente em relevos declivosos, podendo apresentar alta susceptibilidade a processos erosivos e movimentos de massa em setores de alta precipitação e topografias altamente dissecadas.

#### Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra na área urbana e periurbana de Matelândia

O Mapa de Uso e Cobertura da Terra da área urbana e periurbana de Matelândia (Figura 5), permitiu identificar áreas de cobertura vegetal e as áreas antropizadas urbanas (consolidadas e em expansão), bem como como áreas rurais (agrícola permanente, agrícola temporária, silvicultura de eucaliptos, pastagens, solo exposto) e de mineração.

**Figura 4** - Mapa de Uso e Cobertura da Terra da área estudada em Matelândia-PR.



Fonte: Aatoria Própria (2018).

Além disso, através da análise da área urbana e periurbana delimitada no quadrante, com área total de 22,96 Km<sup>2</sup>, foi possível obter as porcentagens referentes a representatividade espacial dos diferentes tipos de uso (Tabela 5).

**Tabela 5** - Porcentagens referentes as frações de uso e cobertura da terra da área de estudo.

<b>Uso e Cobertura da Terra</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
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
<b>Área Total</b>	<b>22,96</b>	<b>100</b>

Fonte: Autoria Própria (2018).

De acordo com a Figura 5 e a Tabela 5, 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. 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 km<sup>2</sup>, 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. Elas devem ter 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.

O Art. 61º dispõe que em áreas de atividades agrossilvipastoris consolidadas até 22 de julho de 2008, torna-se obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água natural. A largura da faixa a ser recomposta será determinada em função da localização da propriedade rural no território nacional, bem como da sua área, expressa em número de módulos fiscais. No que se refere ao cumprimento da legislação vigente, destaca-se a necessidade de avaliação mais detalhada da área de estudo, de forma a identificar a eventual necessidade de adequação das faixas de proteção.

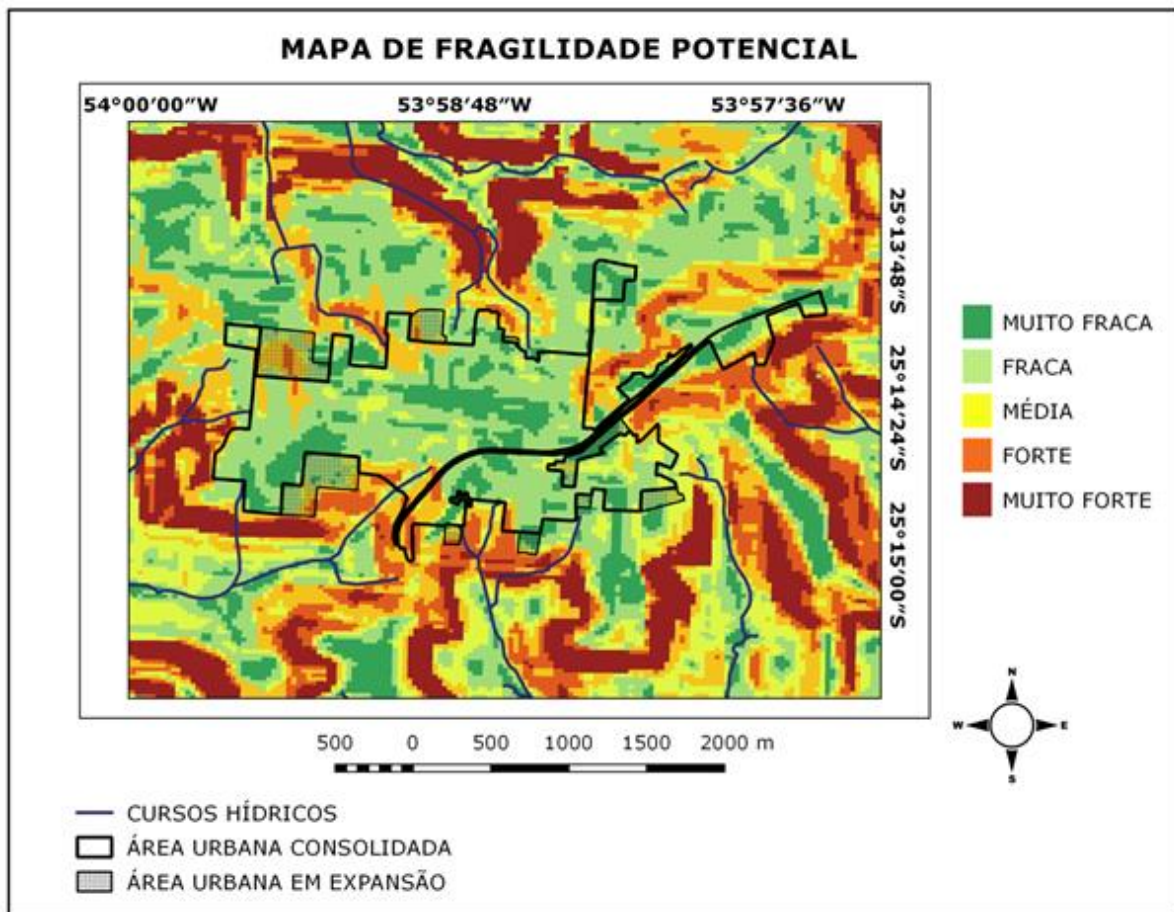
#### Análise do Mapeamento da Fragilidade Potencial na área urbana e periurbana de Matelândia

O mapa de fragilidade potencial obtido por meio de informações geomorfológicas e pedológicas, permitiu uma maior representatividade da vulnerabilidade natural das áreas urbana e periurbana de Matelândia. A fragilidade ambiental evidenciou o predomínio de fragilidade muito fraca e fraca na maior parte da área urbana consolidada e nas áreas de expansão. Entretanto foi possível constatar que 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 da área urbana consolidada (Figura 6).

A fragilidade potencial muito fraca está representada por pequenas áreas em todo o território em análise. A mesma constata associação de Latossolo Vermelho que possui uma fragilidade baixa, com a declividade muito fraca, de 0 a 6%, conferindo assim uma boa estabilidade no local. A área de estudo abrange na maior parte a fragilidade potencial fraca, em que há presença de Latossolo Vermelho associado à declividade fraca a média (6 a 20%) ou a associação de Nitossolo Vermelho que possui uma fragilidade média, com a declividade muito fraca a fraca (0 a 12%).

Os locais que possuem fragilidade potencial média encontram-se localizados na maior parte nos setores sul e sudoeste. Nestas áreas há presença de Nitossolo Vermelho associados com declividade média (12 a 20%) ou Neossolo Litólico, combinado com declividade fraca (0-12%).

**Figura 5** - Mapa de Fragilidade Potencial da área estudada em Matelândia-PR.



Fonte: Autoria Própria (2018).

As áreas de fragilidade potencial forte estão distribuídas por diferentes setores e ocorrem principalmente na área periurbana. As áreas com ocorrência de fragilidade forte são observadas em setores com a presença de Nitossolo Vermelho associados com declividades forte a muito forte (20 a >30%) ou Neossolo Litólico com declividade alta (20 a 30%). Um exemplo de área de fragilidade potencial forte no território estudado, pode ser visualizado na Fotografia 1.

Já nas áreas de fragilidade potencial muito forte, ocorre a presença de Neossolos Litólicos associados a declividade muito forte (>30%). Devido a condição de solo raso e a declividade acentuada, estas áreas possuem o risco elevado de desenvolvimento de processos erosivos e movimentos de massa, conforme Fotografia 2.

**Fotografia 1** - Área com fragilidade potencial forte no 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.

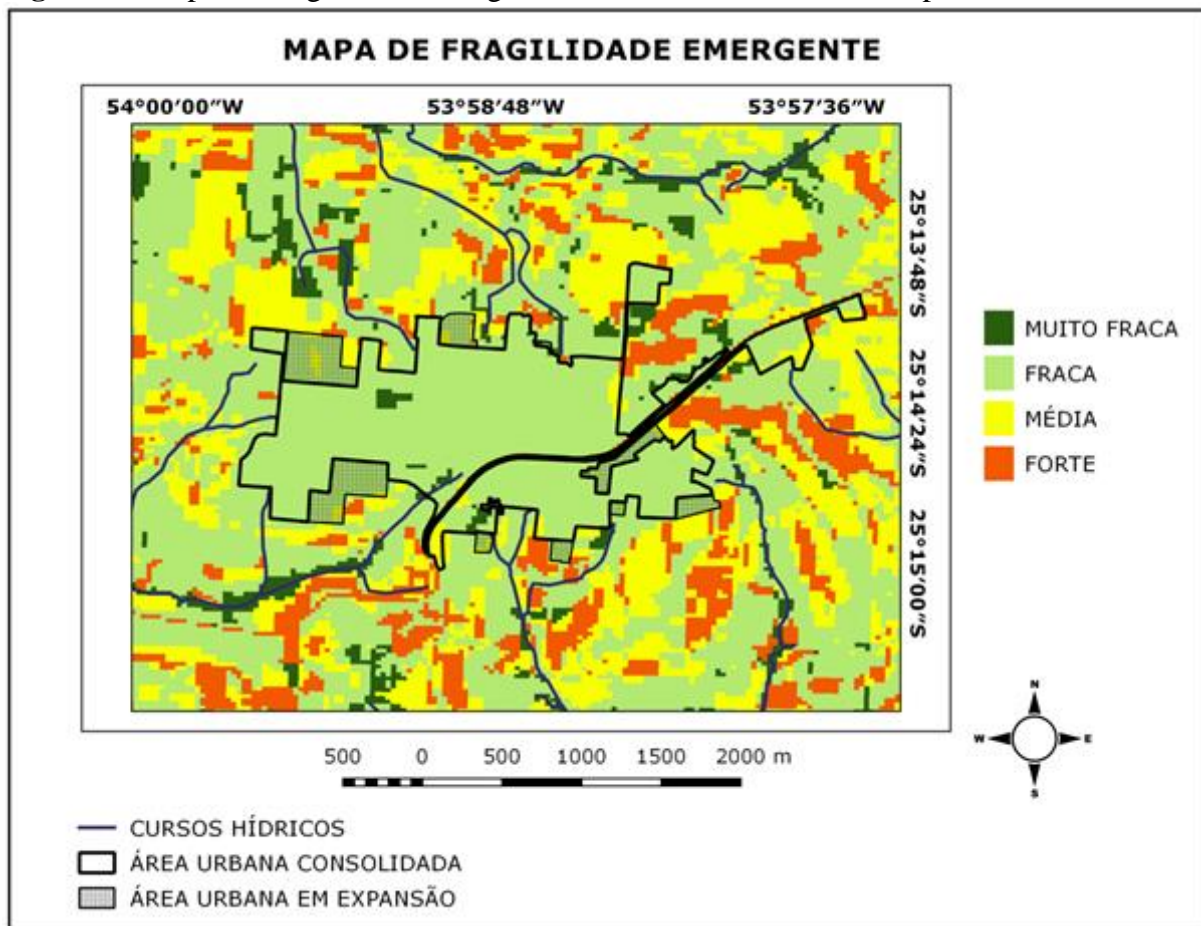


**Fonte:** Autoria própria (2018).

Análise do Mapeamento da Fragilidade Emergente na área urbana e periurbana de Matelândia

A carta de fragilidade emergente da área urbana e periurbana da cidade de Matelândia foi avaliada com base na correlação da carta de fragilidade potencial e do uso e ocupação do solo. Essa análise permitiu relacionar os impactos gerados pelas diferentes formas de uso e manejo antrópico da área e a vulnerabilidade natural do ambiente, evidenciando índices que variam de fraca a forte fragilidade emergente (Figura 7).

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



Fonte: Autoria Própria (2018).

Sobre as áreas ocupadas por vegetação, observa-se que as mesmas se encontram em locais com 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.



As áreas ocupadas por silviculturas de eucaliptos são encontradas na presença de solos Nitossolos Vermelhos, sobre declividade forte (20-30%). Nesse setor a fragilidade emergente foi classificada como média. Os setores em que se encontram solo exposto e área de mineração apresentaram a fragilidade emergente forte.

Nos territórios ocupados por culturas temporárias a fragilidade emergente considerada na maior parte é média, devido ao fato destas 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 em análise, 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 predominantemente 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, essas são enquadradas na categoria de fragilidade emergente 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 nas áreas ocupadas por pastagem com alto pisoteio são encontradas 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%).

Já no setor noroeste da área de estudo (Figura 7), encontra-se áreas urbanas em expansão com fragilidade emergente média (Fotografia 3). Estes locais requerem maior atenção, tendo em vista que poderão ser urbanizados em um futuro próximo. Para essas áreas pode ser indicado maior cuidado em relação ao planejamento, sobretudo em relação à adequação da infraestrutura, do modelo de pavimentação, sendo recomendado o estudo e a implantação de obras para controle de drenagem.

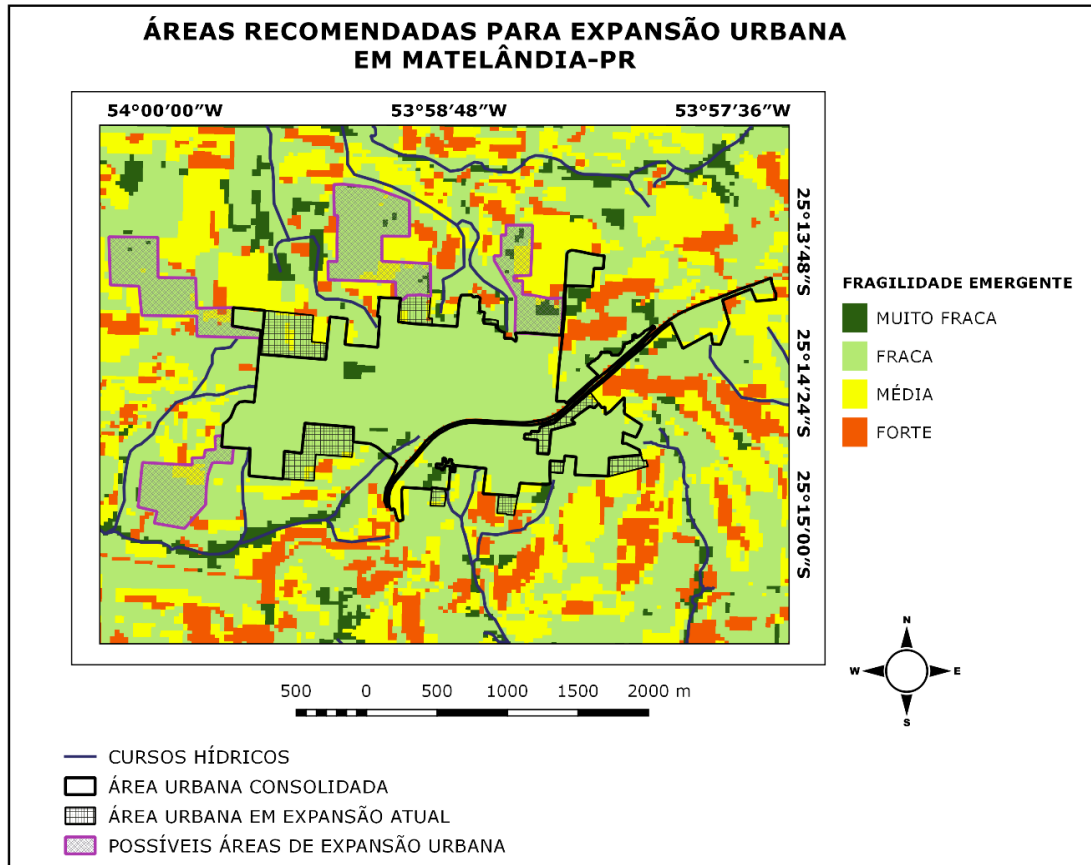
A partir da caracterização topográfica e pedológica, bem como da obtenção dos mapas de fragilidade potencial e emergente (Figuras 6 e 7), tornou-se possível recomendar as melhores áreas de expansão urbana da área de estudo, conforme demonstrado na Figura 8.

**Fotografia 3** - Área com Fragilidade Emergente Média no município de Matelândia- PR.



Fonte: Autoria Própria (2018).

**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, recomenda-se que as áreas de expansão urbana ocorram nos setores sudoeste, noroeste e norte da área periurbana (Figura 8). Nessas áreas propostas, verifica-se a predominância de solos estáveis, com boa drenagem (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 e problemas de drenagem urbana.

Para tanto, nos setores de média fragilidade é importante um conjunto de obras de planejadas, com enfoque principal na implantação eficiente de obras de drenagem, saneamento básico, bem como obras de contenção mecânica, tais como o adequado dimensionamento das ruas de forma perpendicular a inclinação vertente, implantação de gabiões e/ou muros de contenção nas áreas de maior inclinação.

Além disso, é recomendado que os novos loteamentos mantenham uma distância segura dos cursos hídricos e nascentes, conforme previsto em lei. Essas recomendações podem amenizar os problemas de escoamento superficial, acúmulo de água, erosão e pequenos movimentos de massa, presentes no entorno da malha urbana da sede municipal.

### **Considerações finais**

O mapeamento do uso e ocupação do solo, fragilidade potencial e emergente na área de estudo localizada no município de Matelândia – PR, possibilitou a análise e correlação das características naturais e os impactos causados pela ocupação antrópica. Diagnosticou-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.

As áreas de fragilidade forte, ocorrem principalmente nos setores com atividades de silvicultura, mineração, pastagens com alto pisoteio, solo exposto e algumas áreas de cultivo temporário.

O que tange as áreas em expansão, são observadas fragilidade emergente fraca, porém, na área noroeste possui fragilidade média. Estes locais requerem maior atenção em relação a adequação da infraestrutura e modelo de pavimentação, sendo recomendada a implantação de obras para controle de drenagem.

Dessa forma os mapas temáticos e as cartas de fragilidades potencial e emergente podem ser utilizados como ferramenta de análise, planejamento e ordenamento territorial, auxiliando tanto o corpo técnico gestor e legislativo, como a percepção ambiental da população na identificação das áreas de alta, média e baixa fragilidade.

Logo, o trabalho permitiu a recomendação de práticas de conservação, bem como a elaboração de uma nova proposta de expansão urbana, visando o planejamento e adequação do uso do solo.

## Referências

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.

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

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília. 353p.

FRUET, Jaqueline Gorisch Wilkomm. **Fragilidade ambiental: subsídios para a gestão de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas periurbanas de Marechal Cândido Rondon – PR**. 126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Educação e Letras, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Rondon, 2016.

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia E Planejamento Ambiental – Conceitos E Aplicações**. Revista de Geografia (Recife) V. 35, No. 4, 2018 (especial XII SINAGEO). Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/238227/30051>>. Acesso em: 04 mai. 2020.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina, 1998. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/matelandia.html>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

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](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Solos.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2020.

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](http://www.matelandia.pr.gov.br/prefeitura/arquivos/plano_diretor/Lei2323-2011.pdf)> acesso em: 28 abr. 2020.

10.48075/geoq.v16i01.27586

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](http://www.matelandia.pr.gov.br/prefeitura/arquivos/plano_diretor/Lei2320-2011.pdf)> acesso em: 28 abr. 2020.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. 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. 2020.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro; FIORI, Chisato Oka; CANALLI, Naldy Emerson; FIORI, Alberto Pio; SILVEIRA, Claudinei Tabora da; SILVA, Julio Manoel França da; 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.trabalhosfeitos.com/ensaios/MapeamentoGeomorfologico-Do-Estado-Do-Parana/594770.html>>. Acesso em: 04 mai. 2020.

SANTOS, Jalder de Oliveira; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. 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 abr. 2020.

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

SEED. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **A Educação Ambiental na escola com ênfase em unidades de conservação.** Módulo 3. 2014. Curitiba. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/educacao\\_ambiental/caderno3a\\_biommas.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/educacao_ambiental/caderno3a_biommas.pdf)>. Acesso em: 07 mai.2020.

SILVA, Tatiana Acácio da; DUARTE, Miqueias Lima; GATO, Larissa Carvalho; GUANDIQUE, Manuel Enrique Gamero. Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Candeias, RO. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.5 n. 01, p. 58-68. 2020. Disponível em: <<http://www.ead.codai.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/2702/482483316>>. Acesso em: 04 mai. 2020.

VALLE, Ivana Cola; FRANCELINO Márcio Rocha; PINHEIRO, Helena Saraiva Koenow. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Revista Floresta e Ambiente**, v.23, n.2, p. 295-308. Abr-Jun 2016. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872016000200295&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872016000200295&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 04 mai.2020.

Artigo recebido em 17-06-2021  
Artigo aceito para publicação em 06-03-2023