UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP - Campus de Presidente Prudente

SABRINA AMORIM DE ALMEIDA

FRAGILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS DE EROSÃO LINEAR NO MUNICÍPIO DE COSMÓPOLIS/SP

PRESIDENTE PRUDENTE/SP
2025

SABRINA AMORIM DE ALMEIDA

FRAGILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS DE EROSÃO LINEAR NO MUNICÍPIO DE COSMÓPOLIS/SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Faculdade de Ciência e Tecnologia – FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Bacharela em Geografia.

Orientador(a): Profa. Dra. Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia

PRESIDENTE PRUDENTE/SP

2025

A524f

Amorim de Almeida, Sabrina

Fragilidade Ambiental aos Processos de Erosão Linear no Município de Cosmópolis/SP / Sabrina Amorim de Almeida. -- Presidente Prudente, 2025

70 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia

1. Cosmópolis. 2. Erosão Linear. 3. Fragilidade Ambiental. 4. Geoprocessamento. 5. Uso do Solo. I. Título.

SABRINA AMORIM DE ALMEIDA

FRAGILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS DE EROSÃO LINEAR NO MUNICÍPIO DE COSMÓPOLIS/SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente/SP, para obtenção do título de Bacharela em Geografia

Data da defesa: 09/12/2025

Banca Examinadora:

_____

Profa. Dra. Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia
UNESP – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Campus de Presidente Prudente

_____

Mestrando Marlon Vinicius Ferreira dos Santos
UNESP – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Campus de Presidente Prudente

_____

Mestrando Nicolas Henrique Coccia
UNESP – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Campus de Presidente Prudente

À humanidade, cujas dores ao longo dos séculos sinto como minhas.

“Eu não venci o sistema se eu tenho um carro foda
mas quem construiu meu carro nem um carro tem.
Eu não venci o sistema se o meu filho tem uma
escola foda e o professor dele não ganha bem.
Eu não venci o sistema se o restaurante que eu
como quem me atende nunca vai comer também.”
(MC Sid, Eu Não Venci o Sistema, 2023).

RESUMO

Este trabalho analisa a fragilidade ambiental do município de Cosmópolis/SP, com foco na suscetibilidade à erosão linear. Para isso, foram integradas variáveis físicas e antrópicas. Foram utilizadas as classificações de declividade, geoformas, tipos de solos e uso e ocupação do solo, processadas em ambiente SIG, seguindo a metodologia de fragilidade ambiental proposta por Ross (1994) e posteriormente aprimorada por Moroz-Caccia Gouveia e Ross (2019). Os resultados indicam que o município apresenta uma base física predominantemente estável, marcada por relevo suave ondulado e pela presença de Latossolos e Argissolos, que conferem baixa a média vulnerabilidade natural. No entanto, quando esses fatores são combinados com o uso intensivo do solo, a fragilidade emergente aumenta de forma significativa. A paisagem é amplamente dominada por atividades agroindustriais, especialmente o cultivo de cana-de-açúcar, que somadas à fragmentação da vegetação nativa e à expansão urbana, elevam o escoamento superficial e favorecem a ocorrência de processos erosivos lineares. Assim, a fragilidade emergente revela que a ação antrópica constitui o principal fator de intensificação da vulnerabilidade ambiental do município, superando em muitos setores a capacidade de suporte do meio físico. Os resultados reforçam a importância de incorporar análises de fragilidade ao planejamento municipal, especialmente no manejo do solo, conservação de remanescentes e prevenção de riscos ambientais.

Palavras-chave: Cosmópolis; erosão linear; fragilidade ambiental; geoprocessamento; uso do solo.

ABSTRACT

This study analyzes the environmental fragility of the municipality of Cosmópolis/SP, focusing on its susceptibility to linear erosion. To achieve this, physical and anthropogenic variables were integrated. Classifications of slope, landforms, soil types, and land use and land cover were processed in a GIS environment, following the environmental fragility methodology proposed by Ross (1994) and later refined by Moroz-Caccia Gouveia and Ross (2019). The results indicate that the municipality has a predominantly stable physical basis, characterized by gently undulating terrain and the presence of Latosols and Argisols, which confer low to medium natural vulnerability. However, when these factors are combined with intensive land use, the emerging fragility increases significantly. The landscape is largely dominated by agro-industrial activities, especially sugarcane cultivation, which, together with the fragmentation of native vegetation and urban expansion, increases surface runoff and favors the occurrence of linear erosive processes. Thus, the emerging fragility reveals that anthropogenic activity constitutes the main factor intensifying the municipality's environmental vulnerability, surpassing the supporting capacity of the physical environment in many areas. The findings reinforce the importance of incorporating fragility analyses into municipal planning, especially in soil management, conservation of remnant vegetation, and environmental risk prevention.

Keywords: Cosmópolis; linear erosion; environmental fragility; geoprocessing; land use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas dos Processos de Erosão 15
Figura 2 - Mapa do Município de Cosmópolis/SP 21
Figura 3 - Gráfico do Nível de Fragilidade da Declividade 28
Figura 4 - Mapa de Declividade do Município de Cosmópolis/SP 30
Figura 5 - Gráfico do Nível de Fragilidade das Geoformas 31
Figura 6 - Mapa da Fragilidade das Geoformas do Município de Cosmópolis/SP 33
Figura 7 - Mapa da Fragilidade do Relevo do Município de Cosmópolis/SP.....35
Figura 8 - Gráfico do Nível de Fragilidade do Relevo.....36
Figura 9 - Mapa Pedológico do Município de Cosmópolis/SP.....38
Figura 10 - Gráfico Pedológico do Município de Cosmópolis/SP 39
Figura 11 - Mapa da Fragilidade do Solo do Município de Cosmópolis/SP.....41
Figura 12 - Gráfico do Nível de Fragilidade dos Solos 42
Figura 13 - Mapa da Fragilidade Potencial do Município de Cosmópolis/SP 44
Figura 14 - Gráfico do Nível de Fragilidade Potencial 45
Figura 15 - Mapa do Uso e Ocupação do Município de Cosmópolis/SP (1985).....47
Figura 16 - Gráfico do Uso e Ocupação do Município de Cosmópolis/SP (1985).....48
Figura 17 - Mapa do Uso e Ocupação do Solo de Cosmópolis/SP (2024).....50
Figura 18 - Gráfico do Uso e Ocupação do Solo de Cosmópolis/SP (2024) 51
Figura 19 - Mapa da Fragilidade do Uso e Ocupação do Solo de Cosmópolis/SP ...54
Figura 20 - Gráfico do Nível de Fragilidade do Uso do Solo 55
Figura 21 - Mapa da Fragilidade Emergente de Cosmópolis/SP.....57
Figura 22 - Gráfico do Nível de Fragilidade Emergente 58
Figura 23 - Mapa dos Pontos de Erosão do Município de Cosmópolis/SP (IPT, 2012) 60
Figura 24 - Gráfico dos Pontos de Erosão do Município de Cosmópolis/SP (IPT, 2012) 61
Figura 25 - Mapa da Relação entre a Fragilidade Emergente e os Pontos de Erosão do Município de Cosmópolis/SP.....63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de declividades e Níveis de Fragilidade 18
Tabela 2 - Geoformas e Níveis de Fragilidades 18
Tabela 3 - Nível de Fragilidade da Declividade 29
Tabela 4 - Nível de Fragilidade das Geoformas 32
Tabela 5 - Nível de Fragilidade do Relevo 36
Tabela 6 - Classes de Solos.....40
Tabela 7 - Nível de Fragilidade dos Solos.....42
Tabela 8 - Nível de Fragilidade Potencial.....45
Tabela 9 - Tabela do Uso e Ocupação do Solo (1985) 49
Tabela 10 - Uso e Ocupação do Solo 52
Tabela 11 - Nível de Fragilidade do Uso do Solo 55
Tabela 12 - Nível de Fragilidade Emergente 58
Tabela 13 - Pontos de Erosão.....61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12
2. OBJETIVOS 14
2.1. OBJETIVO GERAL 14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 15
4. METODOLOGIA 17
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 20
5.1 GEOLOGIA 22
5.2 CLIMA 22
5.3 REDE HIDROGRÁFICA 23
5.4 RELEVO 24
5.5 SOLO 25
5.6 VEGETAÇÃO 26
5.7 OCUPAÇÃO 26
5.8 COBERTURA DA TERRA 27
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO 28
6.1 DECLIVIDADE 28
6.2 FRAGILIDADE DAS GEOFORMAS 31
6.3 FRAGILIDADE DO RELEVO 34
6.4 FRAGILIDADE DOS SOLOS 37
6.5 FRAGILIDADE POTENCIAL 43
6.6 FRAGILIDADE DO USO E COBERTURA DA TERRA 46
6.6.1 Uso e Ocupação do Solo 46
6.6.2 Fragilidade do Uso do Solo 53
6.7 FRAGILIDADE EMERGENTE 56
6.7.1 Pontos de Erosão, IPT 2012 59
6.7.2 Comparação dos Pontos de Erosão com a Fragilidade Emergente 62
7. CONCLUSÃO 65
REFERÊNCIAS **67**

1. INTRODUÇÃO

A compreensão da fragilidade ambiental constitui um dos pilares para o planejamento territorial, especialmente em municípios submetidos a intensos processos de transformação antrópica. Em áreas onde predomina a agroindústria e a expansão urbana, como é o caso de Cosmópolis/SP, torna-se fundamental avaliar como os elementos naturais, relevo, solos, vegetação e dinâmica hidrológica, interagem com o uso atual da terra, influenciando diretamente a suscetibilidade a processos erosivos. Entre esses processos, a erosão linear assume relevância particular, pois representa não apenas a remoção do solo, mas a reorganização morfológica das vertentes, afetando a estabilidade das paisagens e a qualidade ambiental.

Nesse contexto, metodologias como a proposta por Ross (1994) e aprimorada por Moroz-Caccia Gouveia e Ross (2019) oferecem bases sólidas para integrar variáveis físicas e antrópicas, permitindo diagnosticar diferentes níveis de fragilidade ambiental de forma espacializada. A aplicação desses referenciais em escala municipal possibilita compreender com maior precisão, como os fatores naturais se combinam com a ocupação do território, revelando condições potenciais e emergentes de degradação ambiental. No caso de Cosmópolis, cuja paisagem é marcada pela predominância do cultivo de cana-de-açúcar, pela fragmentação da vegetação nativa e pela progressiva urbanização, esse tipo de análise se torna especialmente pertinente.

A escolha do município como área de estudo justifica-se tanto por sua relevância no contexto regional, inserido nas dinâmicas econômicas do interior paulista, quanto pelas pressões ambientais associadas ao uso intensivo do solo. A literatura e os órgãos oficiais apontam que processos erosivos, perdas de solo e assoreamento de corpos hídricos podem ser agravados pela redução da cobertura vegetal, pela mecanização agrícola e pela ocupação de áreas suscetíveis. Assim, investigar os diferentes níveis de fragilidade ambiental, em especial aqueles vinculados à erosão linear, contribui para subsidiar ações preventivas e estratégias de manejo fundamentadas.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar a fragilidade ambiental do município de Cosmópolis a partir da integração de variáveis físicas (declividade, geoformas e solos) e variáveis antrópicas (uso e ocupação da terra), identificando padrões espaciais de vulnerabilidade e sua relação com a suscetibilidade à erosão linear. A metodologia empregada, apoiada em dados oficiais e em processamento geoespacial, permite identificar áreas prioritárias para gestão e conservação, além de fornecer subsídios técnicos para políticas municipais de ordenamento territorial e mitigação de impactos ambientais.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Determinar a fragilidade ambiental aos processos de erosão linear no município de Cosmópolis/SP, utilizando ferramentas de geoprocessamento.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar as características geoambientais (relevo, solos, substrato geológico, clima) do município de Cosmópolis/SP;

Analisar o histórico de uso e ocupação da terra na área de estudo;

Determinar quais as variáveis que mais contribuem para a ocorrência de processos erosivos;

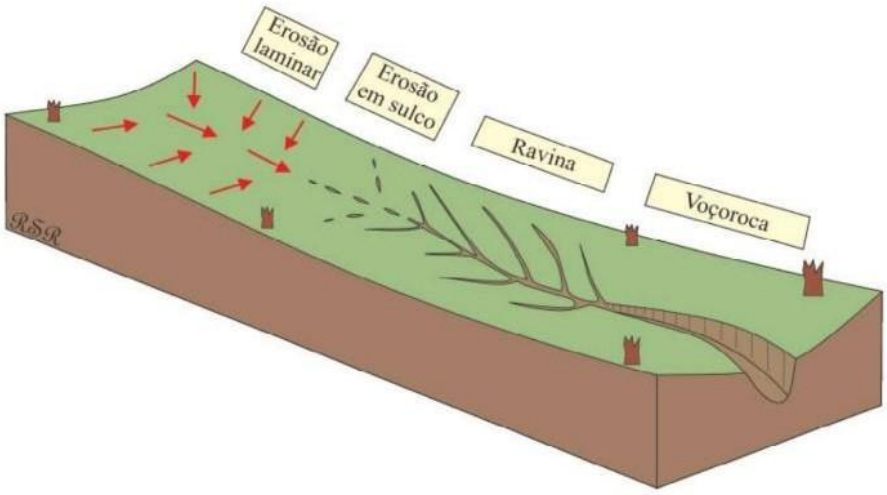
Estimar quantitativamente e espacializar quais áreas do município de Cosmópolis/SP, possuem maior tendência aos processos erosivos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fragilidade ambiental pode ser compreendida como o grau de suscetibilidade de um ambiente frente aos processos naturais e às pressões impostas pelo uso e ocupação do solo. Nesse sentido, a análise da fragilidade ambiental parte dos conceitos ecodinâmicos introduzidos por Tricart (1977), que classificou os ambientes em unidades estáveis, intergrades e instáveis de acordo com o equilíbrio entre processos naturais do relevo, solos e clima. Essa base conceitual foi aprofundada por Ross (1994), que propôs a distinção entre fragilidade potencial, determinada pelas características físicas intrínsecas do meio e fragilidade emergente, resultante da forma como o ambiente é utilizado. Essa diferenciação evidencia que ambientes naturalmente suscetíveis podem tornar-se ainda mais frágeis diante de usos inadequados, ampliando os níveis de degradação.

No contexto da erosão, é fundamental compreender as diferenças entre erosão laminar e erosão linear. Segundo Rossi, Nalon e Kanashiro (2022), no Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo, a erosão laminar corresponde à remoção dispersa e superficial de partículas do solo, ocorrendo em forma de lâmina e frequentemente de maneira pouco perceptível. Já a erosão linear envolve a formação e aprofundamento progressivo de sulcos, ravinas e voçorocas.

Figura 1 – Etapas dos Processos de Erosão



Fonte: Ribeiro (2021).

Esses processos são resultantes do escoamento superficial concentrado e da incisão do relevo. Os autores destacam ainda, que sulcos e ravinas tendem a evoluir para voçorocas quando há condições de instabilidade prolongada, especialmente em áreas suscetíveis.

O uso e ocupação do solo desempenham papel decisivo na intensificação desses processos. De acordo com Rossi, Nalon e Kanashiro (2022), práticas como preparo agrícola inadequado, remoção da vegetação, tráfego de máquinas, expansão urbana acelerada e movimentação de terra alteram a estrutura do solo, promovem compactação, reduzem a infiltração e aumentam o escoamento superficial. Essas intervenções modificam a dinâmica hidrológica natural e favorecem a transição da erosão laminar para formas erosivas lineares mais profundas e agressivas. Os autores também destacam que diversas voçorocas no estado de São Paulo estão diretamente relacionadas a obras mal planejadas, estradas rurais, caminhos de serviço e drenagem ineficiente, reforçando a influência antrópica na ampliação da instabilidade.

Para identificar com maior precisão as áreas suscetíveis à erosão, as geotecnologias tornam-se fundamentais. Entre as técnicas empregadas, destaca-se o método geomorphons utilizado neste trabalho. Essa técnica foi proposta por Jasiewicz e Stepinski em 2013, como um método automatizado de classificação do relevo baseado em padrões geomorfológicos derivados de Modelos Digitais de Elevação. Essa abordagem permite identificar formas do terreno por meio de regras objetivas e replicáveis, superando limitações de métodos tradicionais e oferecendo maior precisão e consistência na representação das feições geomorfológicas.

> A utilização do método de extração e classificação automática geomorphons apresentou vantagens quando comparada à metodologia tradicional de mapeamento morfológico manual, pois implica em redução do tempo de trabalho e diminuição da subjetividade da interpretação visual de fotografias aéreas na identificação e delimitação de elementos de formas do relevo. (Moroz-Caccia Gouveia e Ross, 2019, p.12.)

4. METODOLOGIA

A elaboração dos mapas temáticos e dos produtos de fragilidade ambiental do município de Cosmópolis/SP foi realizada no software QGIS Desktop 3.16.5, integrado ao módulo GRASS GIS 7.8.5, adotando-se o procedimento técnico proposto por Moroz-Caccia Gouveia (2022).

Todas as etapas foram desenvolvidas em ambiente SIG, utilizando exclusivamente bases de dados oficiais provenientes de instituições governamentais.

Inicialmente, foram reunidas e organizadas as bases cartográficas necessárias para o estudo. Os limites das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) e das Sub-UGRHIs foram obtidos no portal Dados Abertos do Governo do Estado de São Paulo, que fornece camadas vetoriais atualizadas e padronizadas para o território paulista. A hidrografia oficial foi adquirida a partir dos arquivos disponibilizados pela CETESB, utilizados para o enquadramento dos corpos hídricos do estado. Para representar o uso e cobertura da terra, foi utilizado o raster da Coleção 10 (2024) do MapBiomas, enquanto o modelo digital de elevação (MDE) utilizado na derivação da declividade e aplicação dos geomorphons foi obtido do projeto TopoData (INPE), que disponibiliza dados SRTM refinados para o Brasil. Por fim, a base pedológica foi extraída do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo – Revisado e Ampliado Instituto Florestal. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo. Rossi, 2017.

Após a abertura do QGIS vinculado ao GRASS, foi criado um mapset configurado na projeção SIRGAS 2000 / UTM Zona 23S, assegurando compatibilidade entre todas as camadas utilizadas. Em seguida, foram importadas as bases vetoriais e raster, sendo todos os arquivos recortados de acordo com o perímetro do município de Cosmópolis, de modo a garantir que o processamento se limitasse à área de estudo.

O primeiro produto cartográfico gerado foi o Mapa de Declividade, elaborado a partir do MDE do TopoData. A declividade foi calculada em porcentagem e posteriormente reclassificada segundo os níveis de fragilidade propostos por Ross (1994), como indicam o quadro a seguir.

Tabela 1 - Classes de declividades e Níveis de Fragilidade

Classes de Declividade	Níveis de Fragilidade
< 6%	1 - Muito Baixo
6% - 12%	2 - Baixo
12% - 20%	3 - Médio
20% - 30%	4 - Alto
> 30%	5 - Muito Alto

Fonte: Ross (1994).

A etapa seguinte consistiu na produção do Mapa de Geoformas (Geomorphons) utilizando o complemento r.geomorphon do GRASS GIS 7.8.5. O método identifica automaticamente dez tipos de formas de relevo, conforme a tabela a seguir. As classes geradas foram reagrupadas segundo os critérios de fragilidade indicados por Moroz-Caccia Gouveia (2022), resultando no Mapa de Fragilidade do Relevo.

Tabela 2 - Geoformas e Níveis de Fragilidades

Geomorphons	Níveis de Fragilidade
Plano (1)	1 – Muito Baixo
Picos (2), cristas (3)	2 - Baixo
Ressalto (4) e cristas secundárias (5)	3 - Médio
Encostas (6)	4 - Alto
fossos (7), bases das encostas (9), escavados (10)	5 – Muito Alto
vales (8)	10 – Inundações

Fonte: Moroz-Caccia Gouveia (2022).

A base pedológica do Estado de São Paulo foi recortada para a área de estudo e reclassificada de acordo com o comportamento dos solos frente aos processos erosivos. Após definição dos níveis de fragilidade para cada unidade pedológica, a camada vetorial foi convertida para raster, garantindo compatibilidade com os demais planos de informação.

Com os mapas de relevo (declividade e geomorphons) e solos preparados, utilizou-se o complemento de Análise Multicritério Ponderada (AMP) para gerar o

Mapa de Fragilidade Potencial, que sintetiza a suscetibilidade ambiental considerando apenas as características físicas naturais do ambiente. Os pesos utilizados seguiram as orientações de Moroz-Caccia Gouveia (2022), baseadas em Ross (1994), atribuindo maior relevância às classes de maior suscetibilidade.

Em seguida, foi produzido o Mapa de Fragilidade do Uso e Cobertura da Terra, a partir do raster do MapBiomas (Coleção 10 - 2024). Após a edição da tabela de atributos, cada classe de uso recebeu valores de fragilidade ambiental compatíveis com seu potencial de proteção ou exposição do solo. Esta camada foi então integrada ao mapa de fragilidade potencial por meio do complemento de análise multicritério, originando o Mapa de Fragilidade Emergente, que representa a suscetibilidade atual do município ao considerar a combinação entre fatores naturais e pressões antrópicas.

Todos os produtos foram padronizados quanto à resolução espacial, extensão e sistema de referência, assegurando consistência entre as camadas analisadas e a fidelidade metodológica recomendada no tutorial utilizado. Como resultado, foram gerados os seguintes produtos: mapa de declividade, geoformas (geomorphons), fragilidade do relevo, fragilidade dos solos, fragilidade potencial e fragilidade emergente, que subsidiam a compreensão da fragilidade ambiental e da suscetibilidade à erosão linear no município de Cosmópolis/SP.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

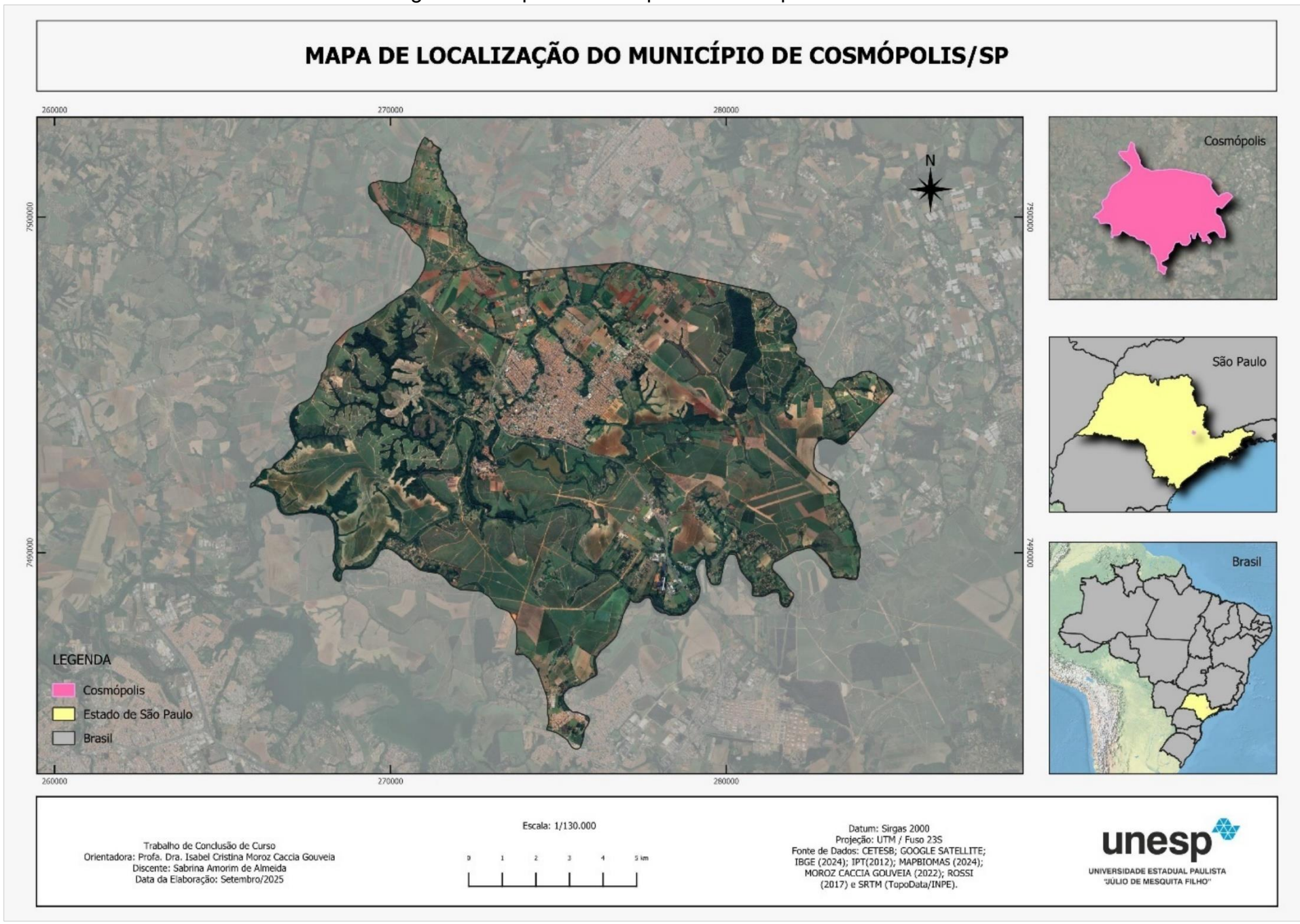
Cosmópolis está localizado na Região Sudeste do Brasil, a mais populosa e economicamente desenvolvida do país, concentrando cerca de 42 % da população brasileira (IBGE, 2022).

No contexto estadual, Cosmópolis integra a Região Metropolitana de Campinas (RMC), reconhecida por sua infraestrutura avançada, grande concentração de empresas e instituições de ensino e pesquisa.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), Cosmópolis possui uma área territorial de aproximadamente 154,66 km² e uma população de 59.773 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de cerca de 386,47 habitantes por quilômetro quadrado.

Cosmópolis faz limite com os municípios de Artur Nogueira, Holambra, Paulínia, Americana e Limeira, situando-se em uma região de grande relevância econômica, marcada pela constante expansão industrial, desenvolvimento urbano e pela diversificação das atividades agrícolas.

Figura 2 - Mapa do Município de Cosmópolis/SP



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

5.1 GEOLOGIA

De acordo com a Avaliação Temática Integrada I do Plano Diretor Municipal de Cosmópolis (2023), o município está localizado na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, uma das maiores formações geológicas do Brasil. Essa bacia foi formada há milhões de anos, desde a Era Paleozoica até a Era Mesozoica (Período Cretáceo), reúne diferentes tipos de rochas que registram fases antigas da história da terra.

Em Cosmópolis, predominam dois tipos principais de formações: as rochas basálticas da Formação Serra Geral, originadas por antigas atividades vulcânicas e os rochas sedimentares do Grupo Bauru, formados depois por acúmulo de sedimentos em ambientes continentais. Os basaltos que são rochas escuras e mais resistentes, deram origem a solos mais férteis e argilosos, enquanto os arenitos do grupo Bauru formaram solos mais leves e arenosos.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (Cosmópolis, 2017) e o Relatório de Caracterização Física das Bacias PCJ (Agência das Bacias PCJ, 2021), essa combinação de rochas vulcânicas e sedimentares influencia diretamente o relevo, o tipo de solo e até o uso da terra no município. Assim, a geologia de Cosmópolis mostra uma área de transição entre terrenos de origem vulcânica e depósitos sedimentares típicos do interior paulista, o que explica tanto a variedade de solos quanto as atividades agrícolas predominantes na região.

5.2 CLIMA

O clima de Cosmópolis é classificado como tropical de savana (Aw), com estação seca no inverno e verões quentes e úmidos, de acordo com a Avaliação Temática Integrada I do município de Cosmópolis (2023). Essa classificação indica que o município possui uma estação chuvosa concentrada nos meses mais quentes e uma estação seca durante o inverno, característica típica de países tropicais.

A temperatura média anual situa-se em torno de 21,7 °C, com o mês mais quente sendo fevereiro (≈ 24,2 °C) e o mês mais frio julho (≈ 18,1 °C), segundo a mesma avaliação. De acordo com o site Climate-Data.org, a média anual da

temperatura é similar, aproximadamente 21,6 °C, com máximas médias de 28,1 °C e mínimas médias de 15,2 °C, confirmando o perfil de verões quentes e invernos amenos.

Quanto à precipitação, a Avaliação Temática Integrada I indica que o município recebe cerca de 1.478 mm de chuva por ano, com o mês de agosto sendo o mais seco (≈ 34 mm). O Climate-Data.org apresenta dados compatíveis, com precipitação anual em torno de 1.323 mm, reforçando que a maior parte das chuvas ocorre durante o verão, enquanto os meses de inverno registram menor pluviometria.

O clima de Cosmópolis apresenta, portanto, verões úmidos e quentes, com chuvas mais concentradas e invernos secos, com menor umidade relativa do ar.

5.3 REDE HIDROGRÁFICA

O município de Cosmópolis está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, uma das maiores do Brasil. Em escala intermediária, integra a Meso-Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, dentro da qual estão as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), que constitui a unidade de gerenciamento de recursos hídricos UGRHI 5 do Estado de São Paulo. Em escala local, o município faz parte da microbacia do Rio Jaguari que concentra os principais cursos d'água do território.

Entre os cursos fluviais mais importantes em Cosmópolis, destaca-se o Rio Pirapitingui, principal manancial utilizado para abastecimento urbano. A rede hidrográfica municipal é complementada por diversos córregos e ribeirões menores, como o Ribeirão Três Barras, o Córrego Barreiro Amarelo, o Ribeirão do Monjolo Grande, o Córrego Pinheirinho, o Córrego Santo Antônio e o Córrego da Ponte Funda.

Embora a qualidade das águas superficiais seja considerada boa, a disponibilidade é limitada, especialmente devido ao uso significativo pelo setor industrial. De acordo com informações do painel interativo da Base Nacional de Referência de Usos Consuntivo da Água, da Agência Nacional das Águas – ANA,

ano base de 2025, cerca de 70% da água de Cosmópolis/SP é destinada à indústria, enquanto aproximadamente 28,5% são utilizados para consumo urbano.

Esses dados indicam uma forte pressão sobre os recursos hídricos de Cosmópolis, reduzindo a margem de segurança para o abastecimento urbano e aumentando a vulnerabilidade do município em períodos de escassez.

5.4 RELEVO

O relevo de Cosmópolis é caracterizado por formas suaves e onduladas, compostas predominantemente por colinas de topos amplos e vertentes de declividade moderada. De acordo com o Plano Diretor Municipal – Avaliação Temática Integrada I (2023), essa configuração geomorfológica resulta em uma paisagem relativamente uniforme, sem grandes escarpas ou desníveis acentuados, o que favorece a ocupação urbana e o desenvolvimento econômico do município.

Segundo o mapeamento realizado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2018), a hipsometria de Cosmópolis varia entre 517 e 673 metros de altitude, resultando em uma amplitude altimétrica de aproximadamente 156 metros. Essa variação moderada confirma o predomínio de um relevo colinoso, com altitudes intermediárias e suaves transições de elevação. A análise hipsométrica, portanto, complementa a caracterização geomorfológica, evidenciando que o município apresenta um perfil topográfico suavizado e pouco dissecado.

O mapa elaborado pela CPRM (2018) também identifica pontos de ravinas e voçorocas, especialmente nas vertentes mais inclinadas e nas proximidades dos cursos d’água. Esses processos erosivos refletem a ação combinada da declividade, do tipo de solo e do uso inadequado da terra, exigindo práticas de manejo e conservação que reduzam o escoamento superficial e a perda de solo.

A suscetibilidade a movimentos de massa em Cosmópolis é classificada como predominantemente baixa, havendo apenas pequenas áreas com suscetibilidade média.

5.5 SOLO

De acordo com o shapefile pedológico disponibilizado por Rossi (2017), indicam que os Latossolos são a classe dominante em Cosmópolis, ocupando aproximadamente uma área de 87,31 km², constituindo a maior parte do território, ou seja, cerca de 56% da área total do município. Em segundo lugar aparecem os Argissolos, com cerca de 45,66 km². As demais classes de solo ocorrem de maneira muito reduzida, como Neossolos (8,47 km²), Cambissolos (1,80 km²), Gleissolos (1,37 km²) e Nitossolos (0,06 km²), além das áreas hídricas e urbanizadas.

Segundo a Embrapa (2021), os Latossolos são solos profundos, bem estruturados e fisicamente estáveis, apresentando “alto potencial para o uso agrícola em razão das boas condições físicas e dos relevos mais suaves”, sendo amplamente utilizados para a produção agrícola.

Apesar desse potencial, a Embrapa também ressalta que os Latossolos possuem baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade, o que pode limitar sua produtividade em climas mais secos sem manejo adequado.

Diante disso, a Embrapa sugere:

> O manejo dos Latossolos requer, de um modo geral, a adoção de correção de acidez, adubação e, nos climas mais secos, de irrigação em função da exigência da cultura. São normalmente resistentes aos processos erosivos, devido às boas condições físicas. No entanto, verifica-se que o uso intensivo de mecanização tem ocasionado a compactação destes solos, tornando-os mais suscetíveis à erosão. (Embrapa, 2021).

No que se refere aos Argissolos, a Embrapa (2021), destaca que quando presentes em relevos mais suaves, apresentam maior potencial para uso agrícola. Entretanto, os Argissolos possuem limitações associadas à baixa fertilidade, acidez, elevados teores de alumínio e à maior suscetibilidade à erosão, especialmente em áreas de relevo mais dissecado. Ainda assim, os Argissolos tendem a ser mais porosos e permeáveis, sendo menos suscetíveis à erosão quando adequadamente manejados.

5.6 VEGETAÇÃO

A vegetação nativa do município de Cosmópolis/SP, insere-se no Bioma da Mata Atlântica, conforme demonstrado no mapa oficial “Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil (2024)” do IBGE. O órgão ainda disponibiliza arquivos vetoriais (shapefiles), confirmando que todo o território de Cosmópolis está totalmente inserido dentro dos limites oficiais do Bioma Mata Atlântica.

Quanto a caracterização da cobertura vegetal de Cosmópolis, o Inventário Florestal do Estado de São Paulo 2020, produzido pelo Instituto Florestal – IF e Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente – SIMA do Estado de São Paulo, indica o predomínio de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, cerca de 20,35 km² e pequenos trechos Formação Pioneira com Influência Fluvial, correspondendo apenas 3,3981 km². No entanto, ambos altamente fragmentada.

Em termos quantitativos, o Inventário Florestal demonstra no mapa “Índice de Cobertura Vegetal Nativa por Município” (p. 18), que Cosmópolis possui apenas 15%–20% de seu território coberto por vegetação nativa. Esse valor é detalhado com maior precisão na Tabela de Cobertura Vegetal por Município (p. 28), que indica que o município apresenta 15,3% de cobertura vegetal nativa.

Esses remanescentes, embora reduzidos e fragmentados pela expansão agrícola e urbana, desempenham funções ecológicas essenciais para a proteção do ambiente local. Nesse contexto, a preservação da vegetação nativa proveniente da Mata Atlântica é assegurada pela Lei nº 11.428/2006, que estabelece regras específicas para proteção, uso e recuperação da vegetação, restringindo o desmatamento e orientando a recuperação de áreas degradadas.

5.7 OCUPAÇÃO

Segundo Moura (2003), a ocupação do território de Cosmópolis tem origem na expansão ferroviária e agrícola do interior paulista no final do século XIX. Em 1896, a Lei nº 47 autorizou empréstimo à Companhia Carril Agrícola Funilense para a construção da ferrovia que ligaria Campinas à Fazenda Funil, sendo determinante para o surgimento do núcleo urbano ao permitir o escoamento da produção agrícola

e atrair moradores, conforme sinaliza a própria Prefeitura Municipal de Cosmópolis, em seu site institucional.

Nesse contexto, a ferrovia favoreceu a instalação de núcleos coloniais compostos por imigrantes suíços, italianos, alemães, portugueses e espanhóis, formando o Núcleo Campos Salles. Segundo Moura, o desenvolvimento econômico foi impulsionado também pela Usina Ester, hoje Ester Agroindustrial, fundada em 1898, consolidando o Núcleo Campos Salles em distrito em 1906 e mais tarde, em município no ano de 1944.

Ainda de acordo com a Prefeitura, a etimologia de “Cosmópolis” é derivada do grego, onde “cosmos” significa universo e “polis” significa cidade. Ou seja, Cosmópolis é conhecida como Cidade Universo, refletindo a diversidade cultural marcada pela presença de imigrantes europeus.

5.8 COBERTURA DA TERRA

A cobertura da terra de Cosmópolis apresenta uma configuração marcada pela forte presença de atividades agropecuárias, expansão urbana e por remanescentes fragmentados de vegetação nativa. Além da vegetação nativa mencionada no tópico 4.6, o que corresponde a cerca de 15,3% da área total do município, Cosmópolis é dominada por usos agrícolas e pela mancha urbana, que se expandiu de forma contínua ao longo das últimas décadas. As dinâmicas de uso e cobertura observadas pelo MapBiomas (2024), evidenciam que a maior parte do território é ocupada por cultivos, pastagens e áreas antrópicas, enquanto a vegetação nativa remanescente permanece fragmentada em pequenas porções.

No contexto da conservação ambiental, destaca-se a presença da Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE Matão, unidade de conservação municipal com cerca de 173 hectares e relevância regional por abrigar remanescentes de Mata Atlântica.

Assim, a cobertura da terra de Cosmópolis revela um território em que predomina atividades agrícolas, intercalada por fragmentos de vegetação nativa de importância ecológica. Assim, esse conjunto de dados oficiais, permite compreender como a dinâmica de ocupação do solo no município de Cosmópolis segue

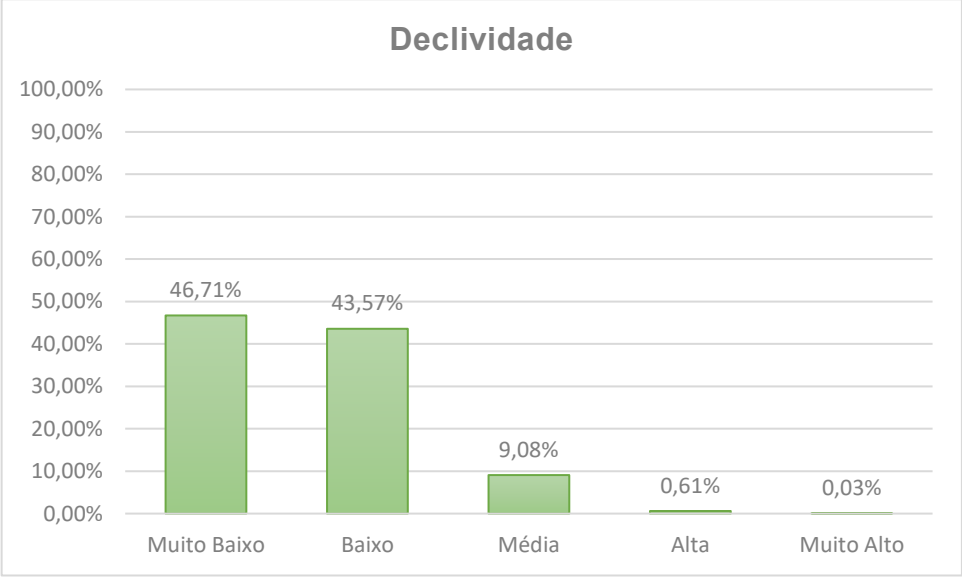
tendências regionais da Região Metropolitana de Campinas, caracterizadas por pressão agropecuária e pela expansão urbana, o que demanda estratégias integradas de gestão ambiental, territorial e de planejamento urbano.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 DECLIVIDADE

Após os processamentos, foi possível constatar que declividade do município de Cosmópolis, apresenta um relevo é predominantemente suave. As classes “muito baixa” e “baixa”, entre 0% e 12%, abrangem 90,21% da área total, conforme apresentado no Gráfico 1 e na Tabela 3. Esse padrão está de acordo com o que o Plano Diretor Municipal (2023) já descreve para o município, caracterizando-o como um território formado por colinas amplas e vertentes suavemente onduladas. A presença de áreas mais íngremes é reduzida, representando apenas 0,64% do total, concentradas principalmente nas proximidades de cursos d’água.

Figura 3 - Gráfico do Nível de Fragilidade da Declividade



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

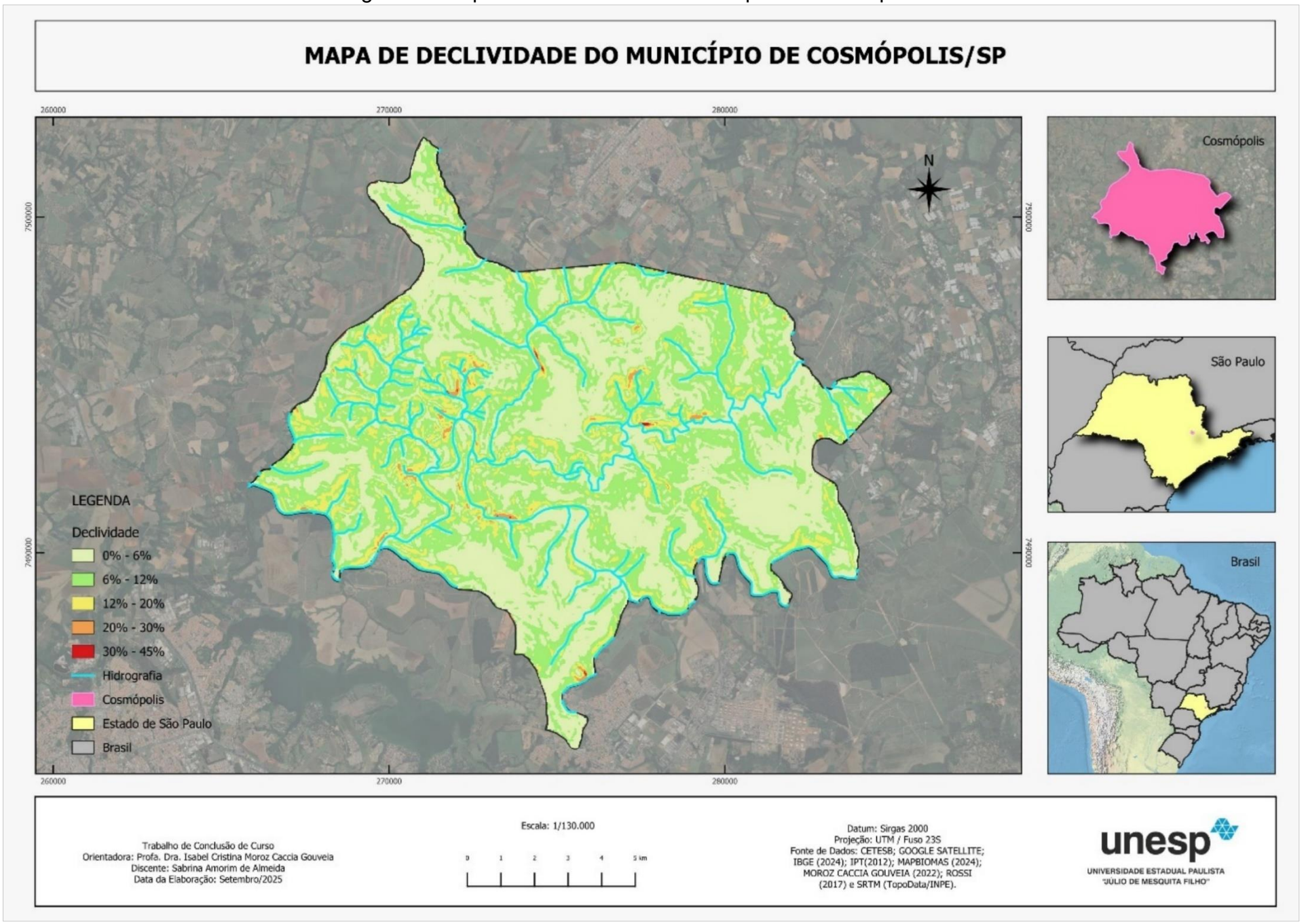
Tabela 3 - Nível de Fragilidade da Declividade

Declividade			
Nível		**Área (Km²)**	**Área %**
0% - 6%	Muito Baixo	70,8918	46,71%
6% - 12%	Baixo	66,1203	43,57%
12% - 20%	Média	13,7748	9,08%
20% - 30%	Alta	0,9255	0,61%
30% - 45%	Muito Alto	0,0492	0,03%
Total		**151,7616**	**100,00%**

Fonte: Sabrina Amorim (2025).

A título de visualização, o mapa de declividade (Mapa 2) espacializa e confirma que as inclinações mais acentuadas estão localizadas próximas ao Rio Pirapitingui e seus afluentes. Mesmo representando pequenas áreas, essas zonas exercem papel estratégico, pois funcionam como zonas de maior escoamento superficial, especialmente em eventos de chuva intensa.

Figura 4 - Mapa de Declividade do Município de Cosmópolis/SP



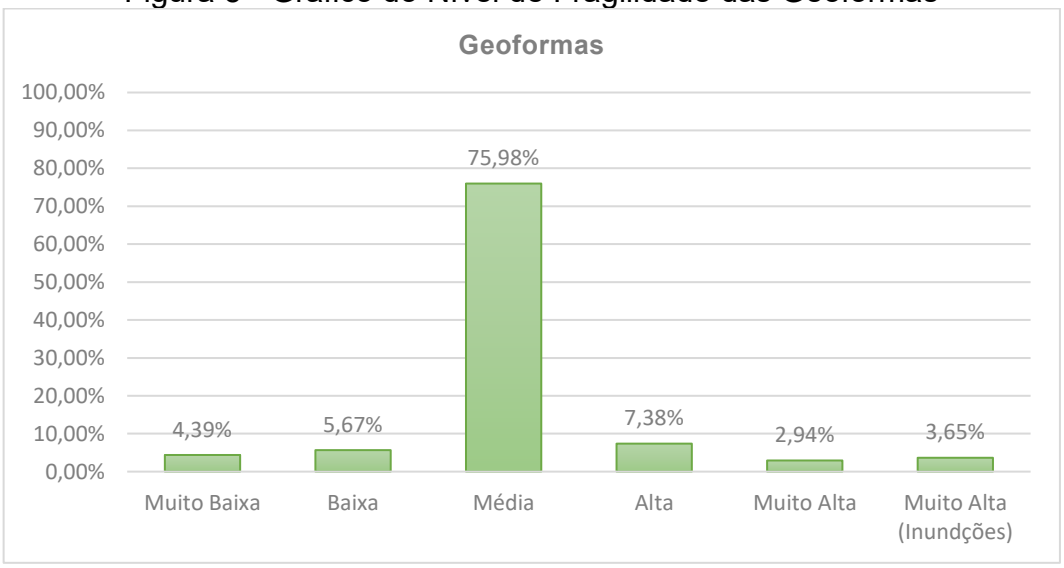
Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Assim, embora 90,21% do território cosmopolense apresente relevo suave ondulado e, segundo Rossi, Nalon e Kanashiro (2022), esse tipo de morfologia seja dominado por escoamento superficial difuso lento a médio, com ocorrência ocasional de sulcos e processos pluviais de baixa intensidade; a parcela que corresponde a 0,64% da área municipal pode apresentar condições naturais para um escoamento superficial mais concentrado, além de maior propensão à formação de sulcos e ravinas mais expressivas.

6.2 FRAGILIDADE DAS GEOFORMAS

A análise das geoformas mostra que Cosmópolis apresenta em sua maior parte, formas de relevo suaves e pouco dissecadas. Essa condição aparece de maneira nítida no Gráfico 2 e na Tabela 4, onde Cosmópolis encontra-se majoritariamente entre as classes de fragilidade muito baixa, baixa e média. Esses resultados confirmam que o município é formado principalmente por vertentes pouco inclinadas, características já observadas no mapeamento de declividade apresentado anteriormente.

Figura 5 - Gráfico do Nível de Fragilidade das Geoformas



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

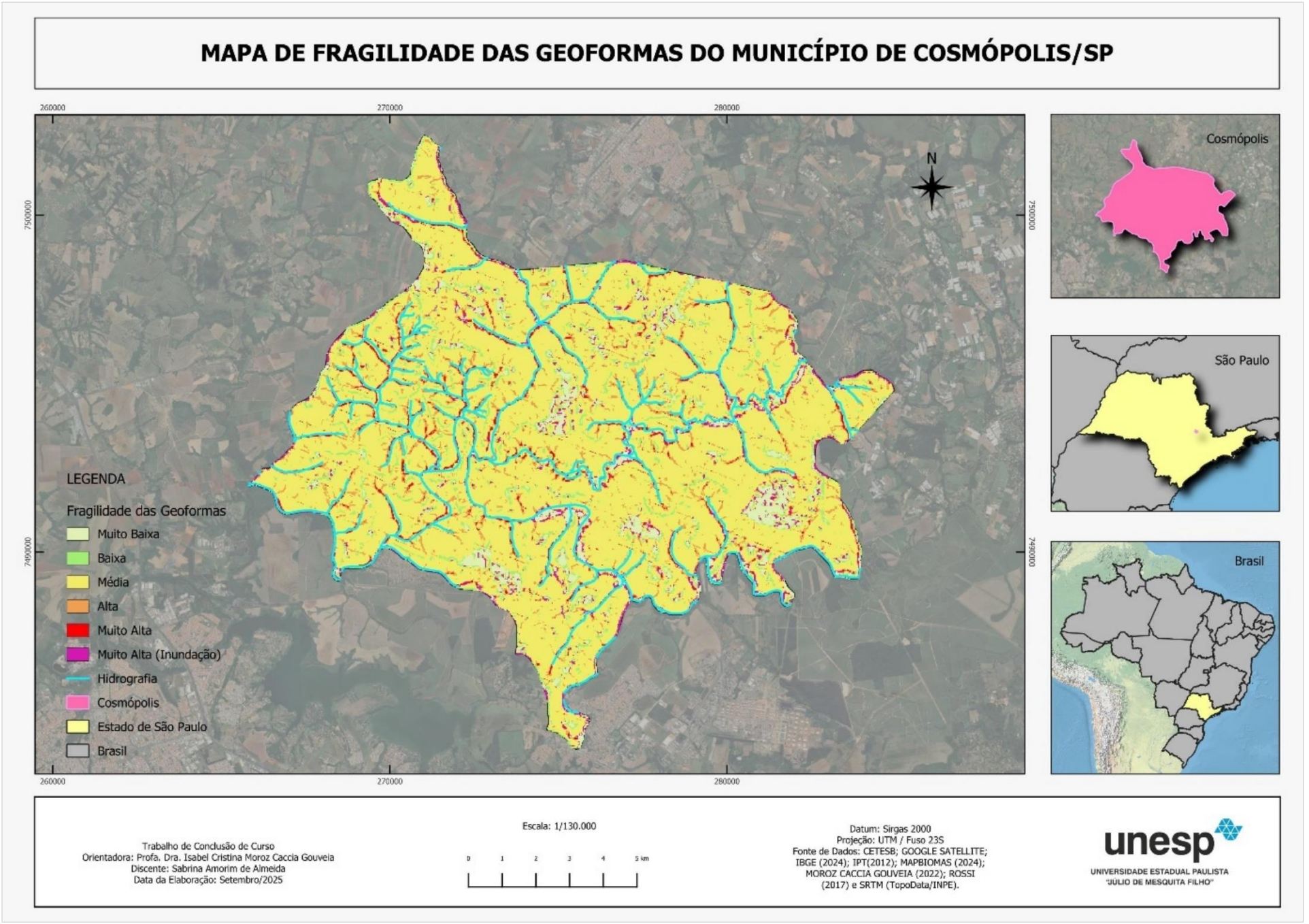
Tabela 4 - Nível de Fragilidade das Geoformas

Geoformas		
Nível	**Área (Km²)**	**Área %**
Muito Baixa	6,7832	4,39%
Baixa	8,7651	5,67%
Média	117,5211	75,98%
Alta	11,4167	7,38%
Muito Alta	4,5403	2,94%
Muito Alta (Inundações)	5,6468	3,65%
Total	**154,6734**	**100,00%**

Fonte: Sabrina Amorim (2025).

A seguir, o Mapa 3 complementa essa interpretação ao mostrar a distribuição espacial dessas classes.

Figura 6 - Mapa da Fragilidade das Geoformas do Município de Cosmópolis/SP



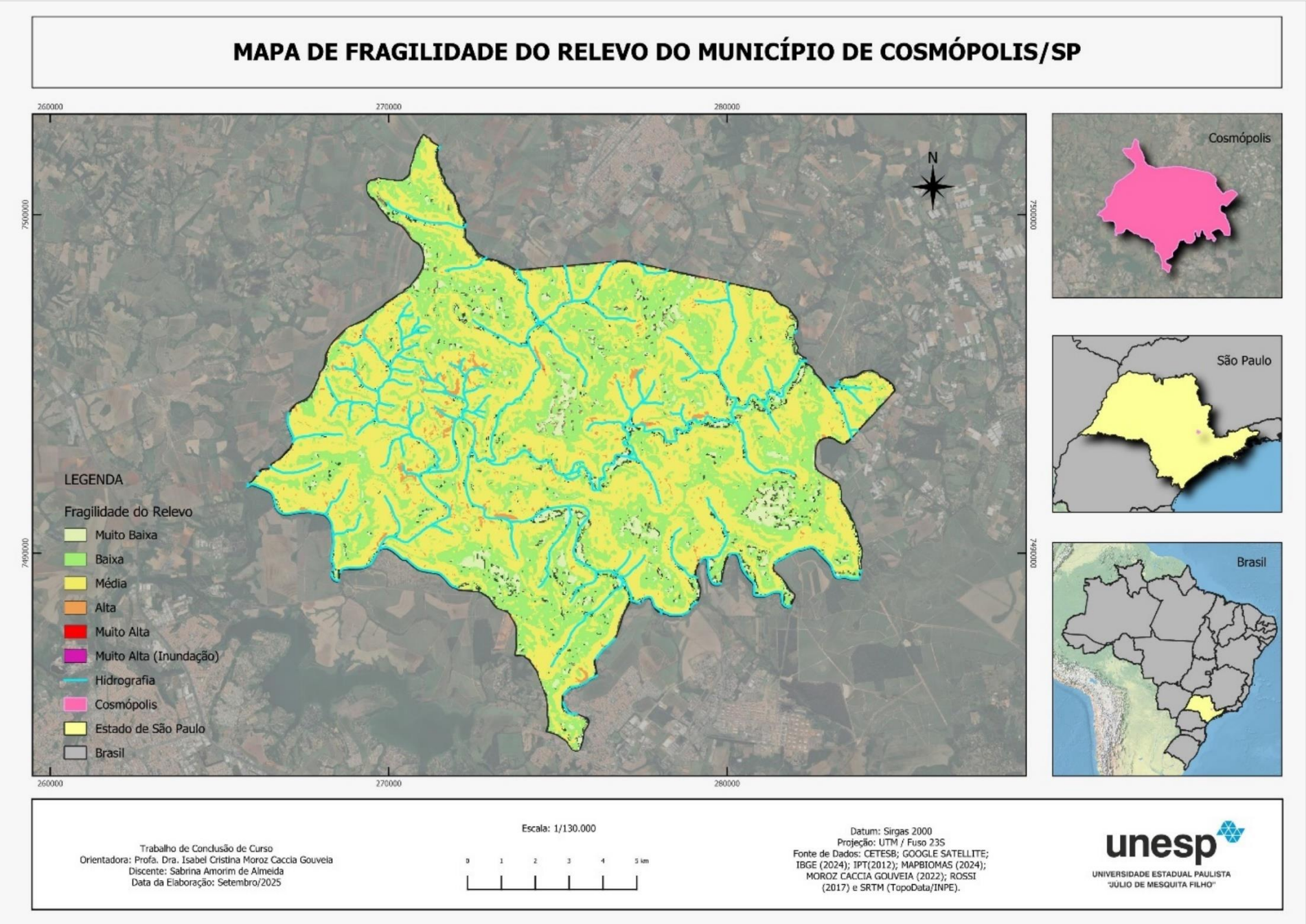
Fonte: Sabrina Amorim (2025).

De modo geral, Cosmópolis possui uma base geomorfológica pouco suscetível à erosão intensa. As áreas mais frágeis existem, mas são bem restritas.

6.3 FRAGILIDADE DO RELEVO

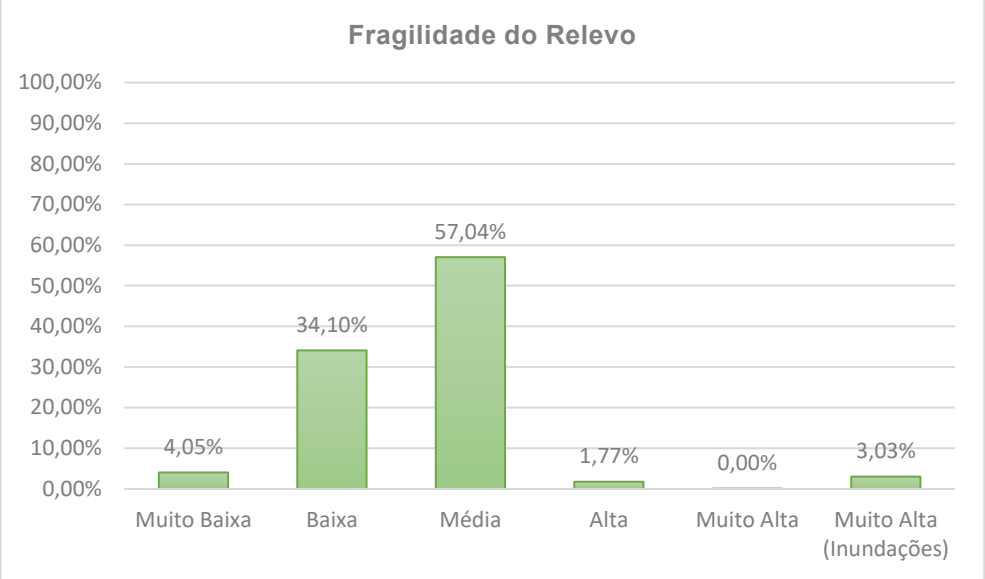
A fragilidade do relevo de Cosmópolis reflete a combinação das características já observadas nos itens anteriores: declividades predominantemente baixas e geoformas suaves. Isso resulta em um cenário geral de fragilidade reduzida, o que aparece de maneira clara no Gráfico 3, na Tabela 5 e no Mapa 4, onde predominam as classes de fragilidade muito baixa, baixa e média. Esses resultados reforçam a estabilidade natural do município, com poucas áreas sujeitas a processos erosivos mais intensos.

Figura 7 - Mapa da Fragilidade do Relevo do Município de Cosmópolis/SP



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Figura 8 - Gráfico do Nível de Fragilidade do Relevo



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Tabela 5 - Nível de Fragilidade do Relevo

Fragilidade do Relevo		
Nível	**Área (Km²)**	**Área %**
Muito Baixa	6,15220	4,05%
Baixa	51,74705	34,10%
Média	86,57027	57,04%
Alta	2,68851	1,77%
Muito Alta	0,00264	0,00%
Muito Alta (Inundações)	4,60097	3,03%
Total	**151,76163**	**100,00%**

Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Além disso, os resultados obtidos para Cosmópolis são coerentes com os achados de Coccia e Figueiredo (2024), que, analisando outro recorte regional, mas também em terrenos areníticos da Bacia Sedimentar do Paraná, no oeste paulista, observaram padrões muito semelhantes aos identificados neste trabalho. Segundo os autores:

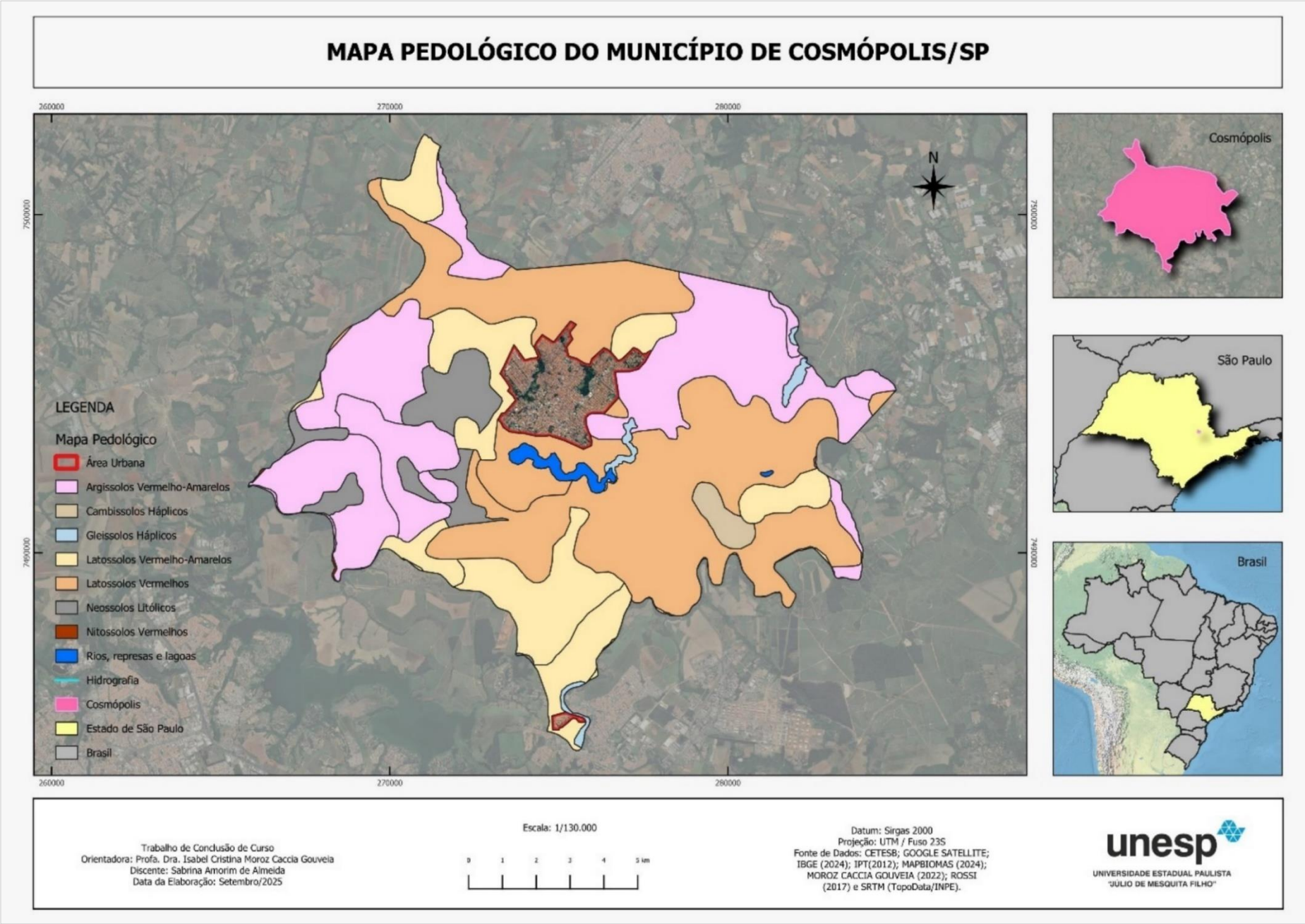
> Vê-se que os níveis de Fragilidade das variáveis do Relevo (Declividade e Geoformas) foram “Muito Baixas”, “Baixas” e “Médias”, portanto conclui-se que o relevo não é um componente tão impactante a ponto de contribuir expressivamente com a ocorrência de processos erosivos lineares. (Coccia e Figueiredo, 2024 p.28)

Assim, de modo geral, a avaliação da fragilidade do relevo confirma que o município apresenta uma base física relativamente estável, com maior suscetibilidade apenas em setores específicos e bem restritos da paisagem.

6.4 FRAGILIDADE DOS SOLOS

A análise da fragilidade dos solos de Cosmópolis baseou-se no recorte municipal realizado a partir do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Rossi, 2017), o qual permitiu identificar com precisão a distribuição das ordens e subordens pedológicas presentes no território. Como demonstra o Mapa a seguir:

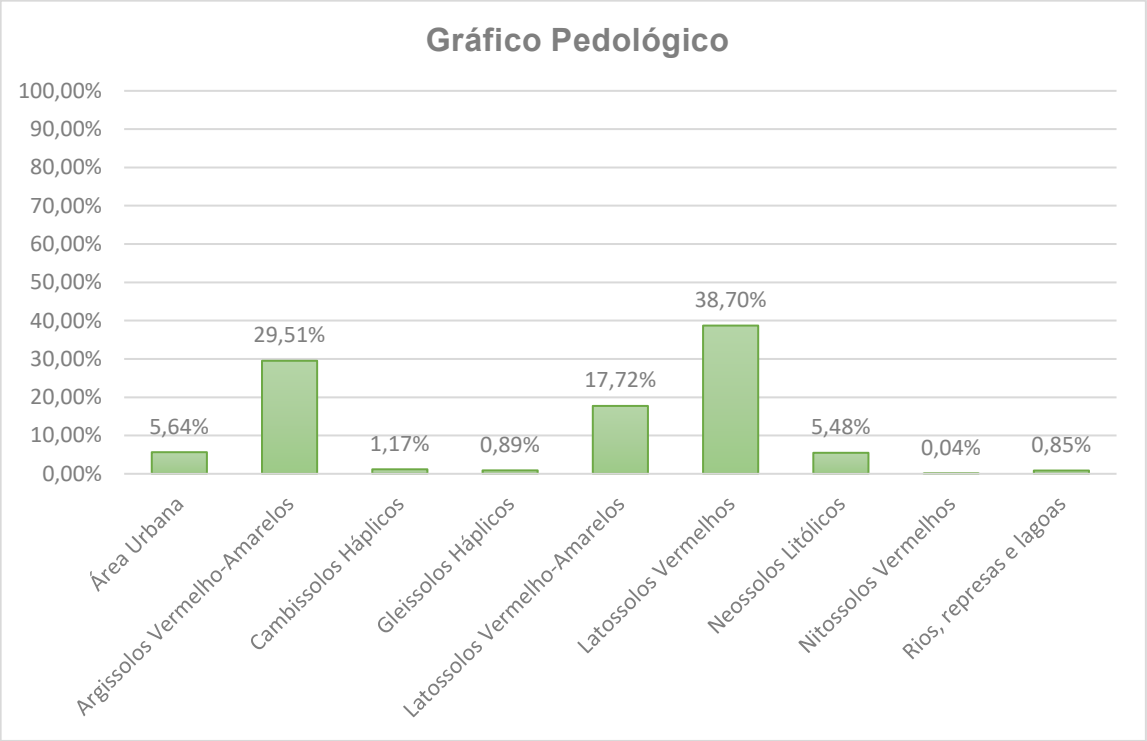
Figura 9 - Mapa Pedológico do Município de Cosmópolis/SP



Fonte: Rossi, 2017.

Esse recorte evidenciou que os solos predominantes no município são os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, que somam 56,42% da área total e os solos Argissolos Vermelhos-Amarelos que correspondem 29,51%. Para melhor visualização, segue gráfico abaixo.

Figura 10 - Gráfico Pedológico do Município de Cosmópolis/SP



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Segundo a Embrapa, os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos são solos profundos, bem drenados e intensamente intemperizados, apresentando estrutura granular estável, elevada porosidade, acidez frequente e baixa fertilidade natural. Ambos possuem boa aptidão física, sendo amplamente utilizados para o cultivo da cana-de-açúcar quando submetidos a práticas adequadas de correção e manejo.

Diferenciam-se principalmente pela coloração, relacionada à proporção e ao tipo de óxidos de ferro presentes, com predomínio de tons vermelhos nos Latossolos Vermelhos e coloração intermediária nos Latossolos Vermelho-Amarelos.

Tabela 6 - Classes de Solos

Classes de Solos			
Ordem	**Subordem**	**Área (km²)**	**Área %**
Área Urbana	Área Urbana	8,725605	5,64%
Argissolos	Argissolos Vermelho-Amarelos	45,664204	29,51%
Cambissolos	Cambissolos Háplicos	1,806868	1,17%
Gleissolos	Gleissolos Háplicos	1,374586	0,89%
Latossolos	Latossolos Vermelho-Amarelos	27,425688	17,72%
Latossolos	Latossolos Vermelhos	59,889469	38,70%
Neossolos	Neossolos Litólicos	8,473711	5,48%
Nitossolos	Nitossolos Vermelhos	0,063488	0,04%
Rios, represas e lagoas	Rios, represas e lagoas	1,310876	0,85%
Total		154,7345	100,00%

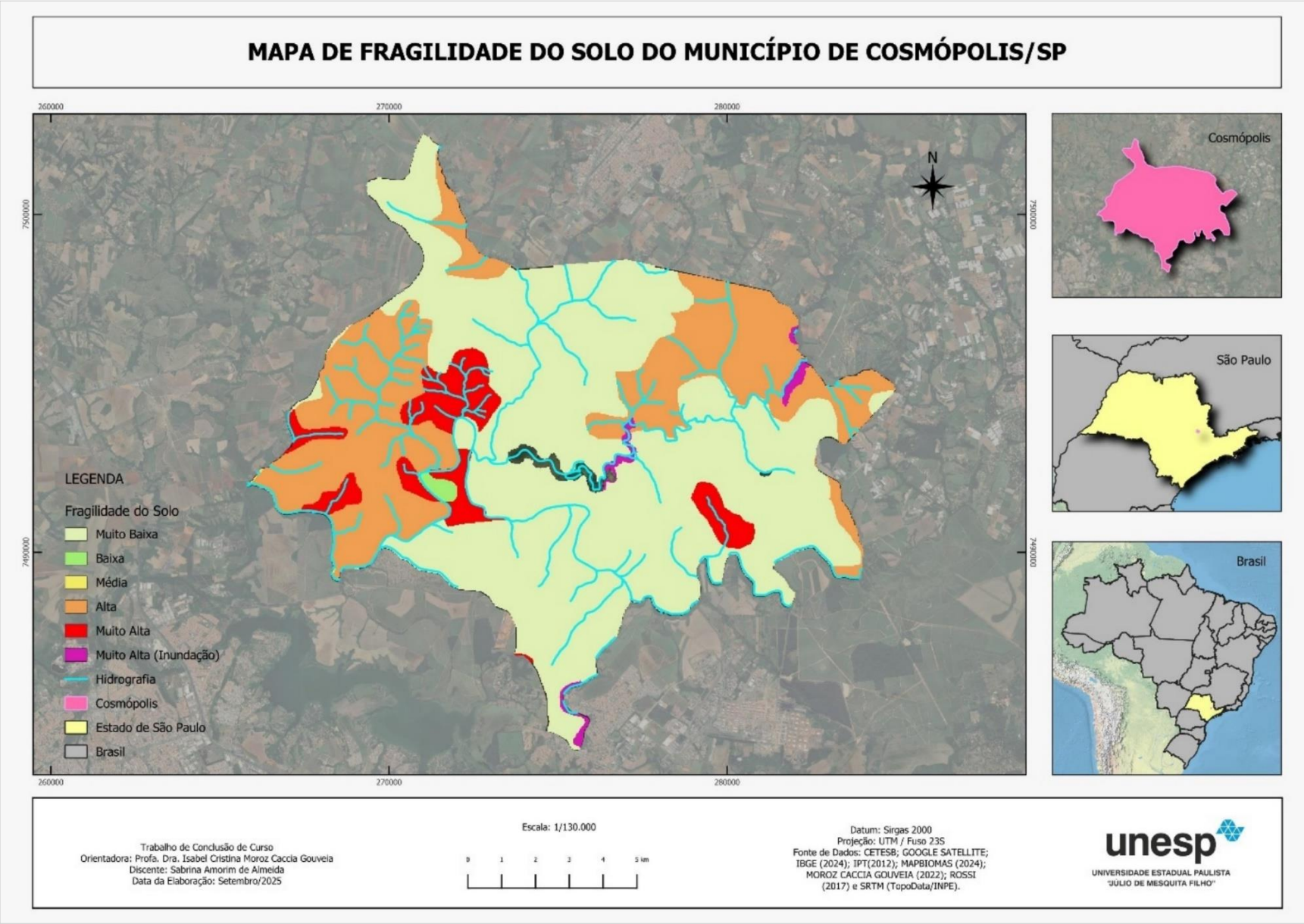
Fonte: Rossi (2017).

Também temos os Argissolos Vermelho-Amarelos, que representam 29,51% do município e constituem a segunda classe de maior expressão espacial, como demonstra a tabela acima. De acordo com a Embrapa, esse tipo de solo apresenta maior susceptibilidade à erosão, especialmente quando localizados em áreas de relevo mais acentuado ou submetidos a manejo intensivo. Em Cosmópolis, essa classe ocorre justamente em locais onde práticas agrícolas e mecanizadas são predominantes, como o cultivo de cana-de-açúcar, o que pode intensificar o risco de escoamento superficial e formação de sulcos.

Os Neossolos Litólicos também estão presentes no município de Cosmópolis, ocupando cerca de 8,47 km², o que corresponde a 5,48% do território municipal. Segundo a Embrapa, esses solos caracterizam-se por serem rasos, pouco desenvolvidos e assentados diretamente sobre rocha ou material pouco intemperizado, o que limita sua capacidade de infiltração e favorece o escoamento superficial. Em função dessas características, os Neossolos Litólicos apresentam elevada suscetibilidade à erosão, sobretudo quando associados a áreas declivosas e a usos antrópicos intensivos, contribuindo para a intensificação de processos erosivos lineares.

Assim sendo, apresenta-se a seguir o mapa de fragilidade dos solos do município de Cosmópolis/SP.

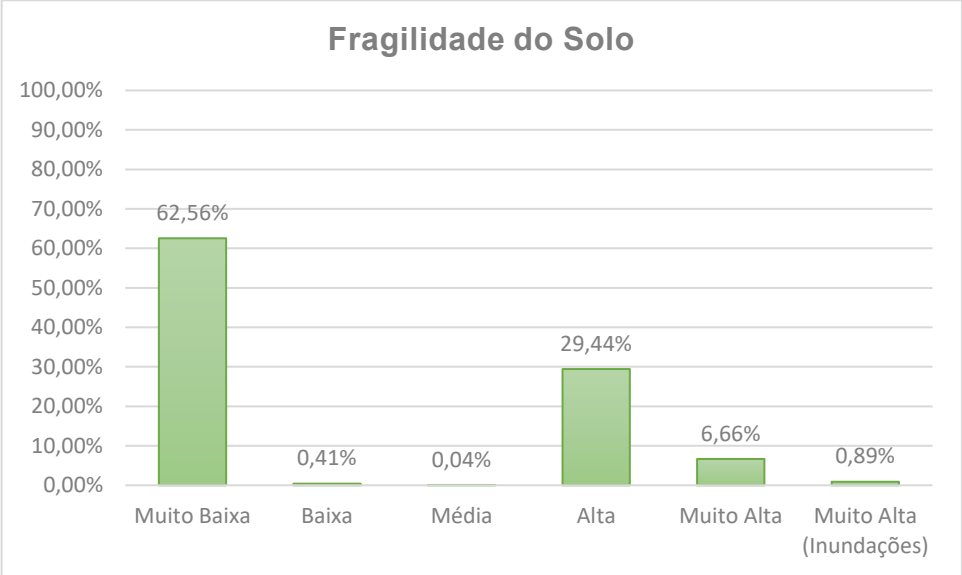
Figura 11 - Mapa da Fragilidade do Solo do Município de Cosmópolis/SP



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

De acordo com o mapa de fragilidade do solo, notamos predomínio de áreas com fragilidade Muito Baixa, que correspondem a 62,56% do tota como indica o gráfico e tabela abaixo, sugerindo boa estabilidade ambiental na maior parte da área analisada.

Figura 12 - Gráfico do Nível de Fragilidade dos Solos



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Tabela 7 - Nível de Fragilidade dos Solos

Fragilidade do Solo		
Nível	**Área**	**Área %**
Muito Baixa	95,9573	62,56%
Baixa	0,6309	0,41%
Média	0,0606	0,04%
Alta	45,1548	29,44%
Muito Alta	10,2197	6,66%
Muito Alta (Inundações)	1,3612	0,89%
Total	**153,3845**	**100,00%**

Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Em contraste, as classes de Alta e Muito Alta fragilidade somam cerca de 37%, o que aponta para setores mais suscetíveis a processos degradantes, como erosão e instabilidade do terreno. As classes Baixa e Média fragilidade apresentam participação pouco significativa, juntas não chegando a 1%. Destaca-se ainda a

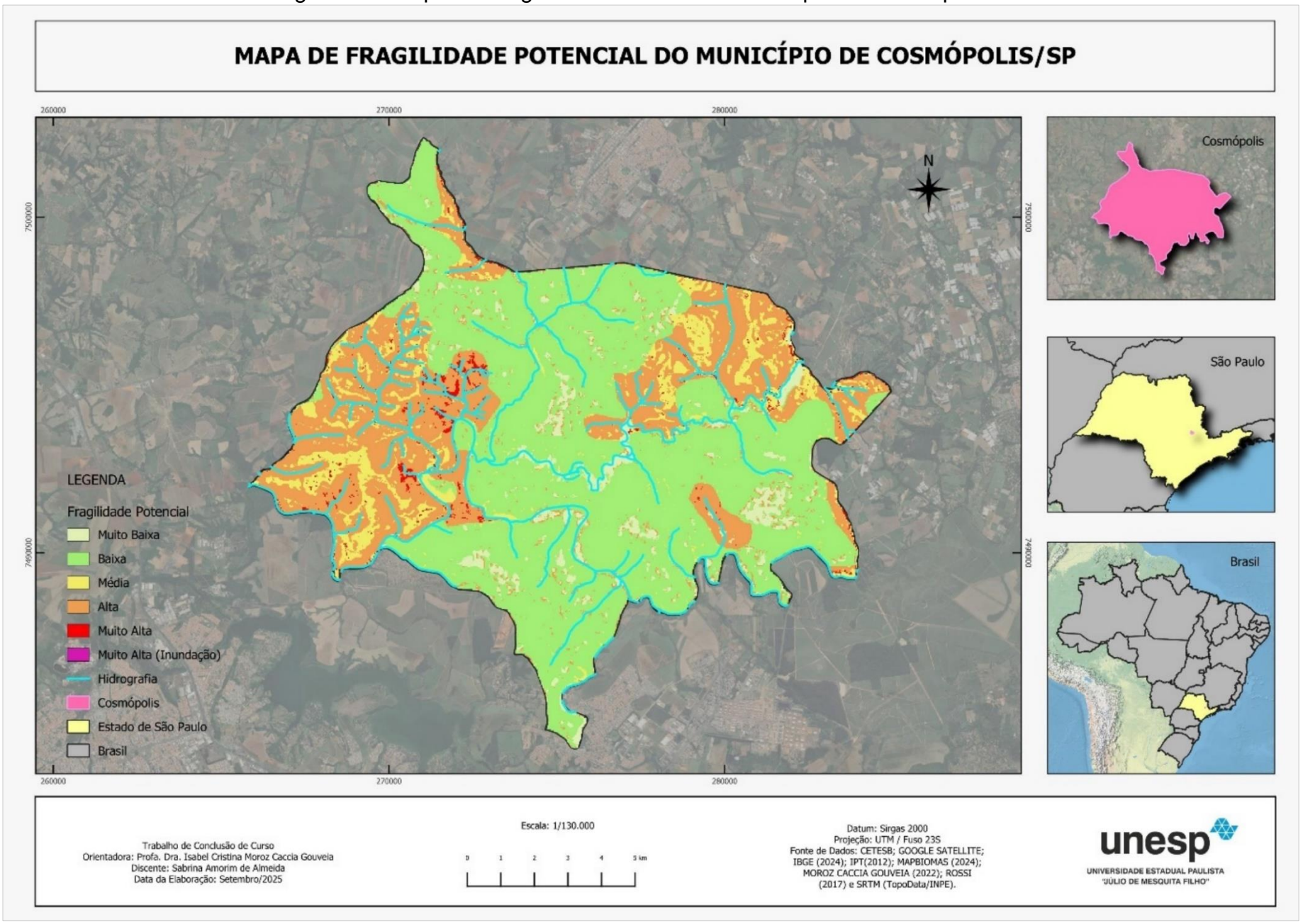
classe Muito Alta (Inundações), embora represente apenas 0,89%, por indicar áreas críticas que demandam atenção especial no planejamento e manejo ambiental

6.5 FRAGILIDADE POTENCIAL

A fragilidade potencial representa a síntese das vulnerabilidades naturais do território de Cosmópolis, resultado da junção da fragilidade do relevo (declividade e geoformas) com a fragilidade dos solos, sem considerar a atuação das atividades humanas. A fragilidade potencial, permite identificar áreas que apesar de terem cobertura vegetal natural, ainda assim possam oferecer maior predisposição a processos erosivos.

Como o mapa a seguir, os resultados obtidos revelam que a maior parte do território apresenta fragilidade potencial baixa, o que era esperado considerando o predomínio de Latossolos e de relevo suavemente ondulado apontados nos itens anteriores. Entretanto, a análise integrada mostra que existem áreas específicas onde a fragilidade se eleva para o nível alto, especialmente nas porções onde ocorre a associação de Argissolos e geoformas mais dissecadas e onde estão concentrados vários cursos d’água da hidrografia de Cosmópolis. Esses trechos, mesmo não ocupando grandes extensões, constituem zonas sensíveis da paisagem natural e exigem maior atenção no planejamento territorial.

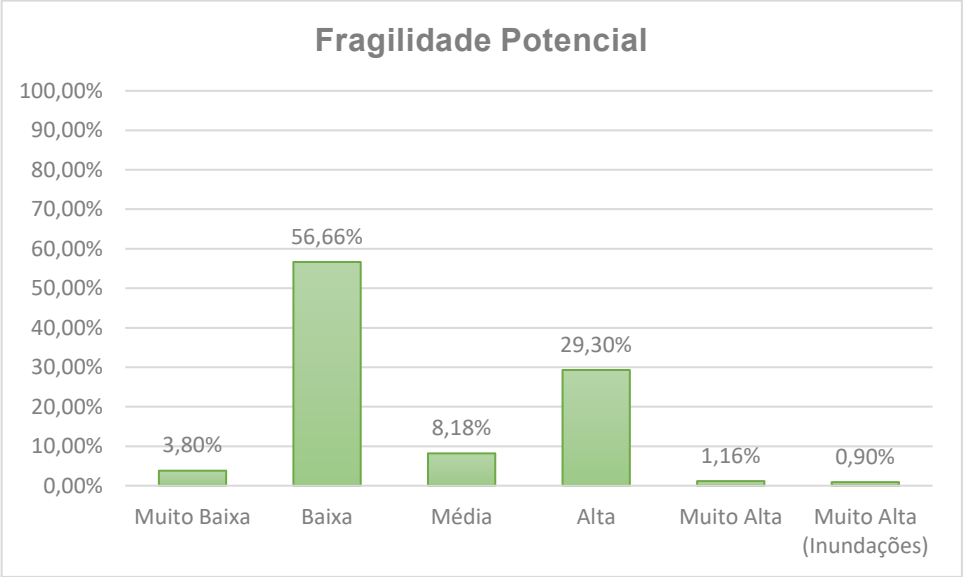
Figura 13 - Mapa da Fragilidade Potencial do Município de Cosmópolis/SP



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

O gráfico e a tabela a seguir, de Fragilidade Potencial indicam predominância das classes “Muito Baixa” e “Baixa”, seguidas de “Média”, com ocorrências menores para “Alta” e “Muito Alta”. Ou seja, mesmo apresentando ampla estabilidade natural, Cosmópolis possui áreas com elevada a suscetibilidade natural à erosão.

Figura 14 - Gráfico do Nível de Fragilidade Potencial



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Tabela 8 - Nível de Fragilidade Potencial

Fragilidade Potencial		
Nível	**Área (Km²)**	**Área %**
Muito Baixa	5,763	3,80%
Baixa	85,986	56,66%
Média	12,42	8,18%
Alta	44,469	29,30%
Muito Alta	1,758	1,16%
Muito Alta (Inundações)	1,366	0,90%
Total	**151,7620**	**100,00%**

Fonte: Sabrina Amorim (2025).

6.6 FRAGILIDADE DO USO E COBERTURA DA TERRA

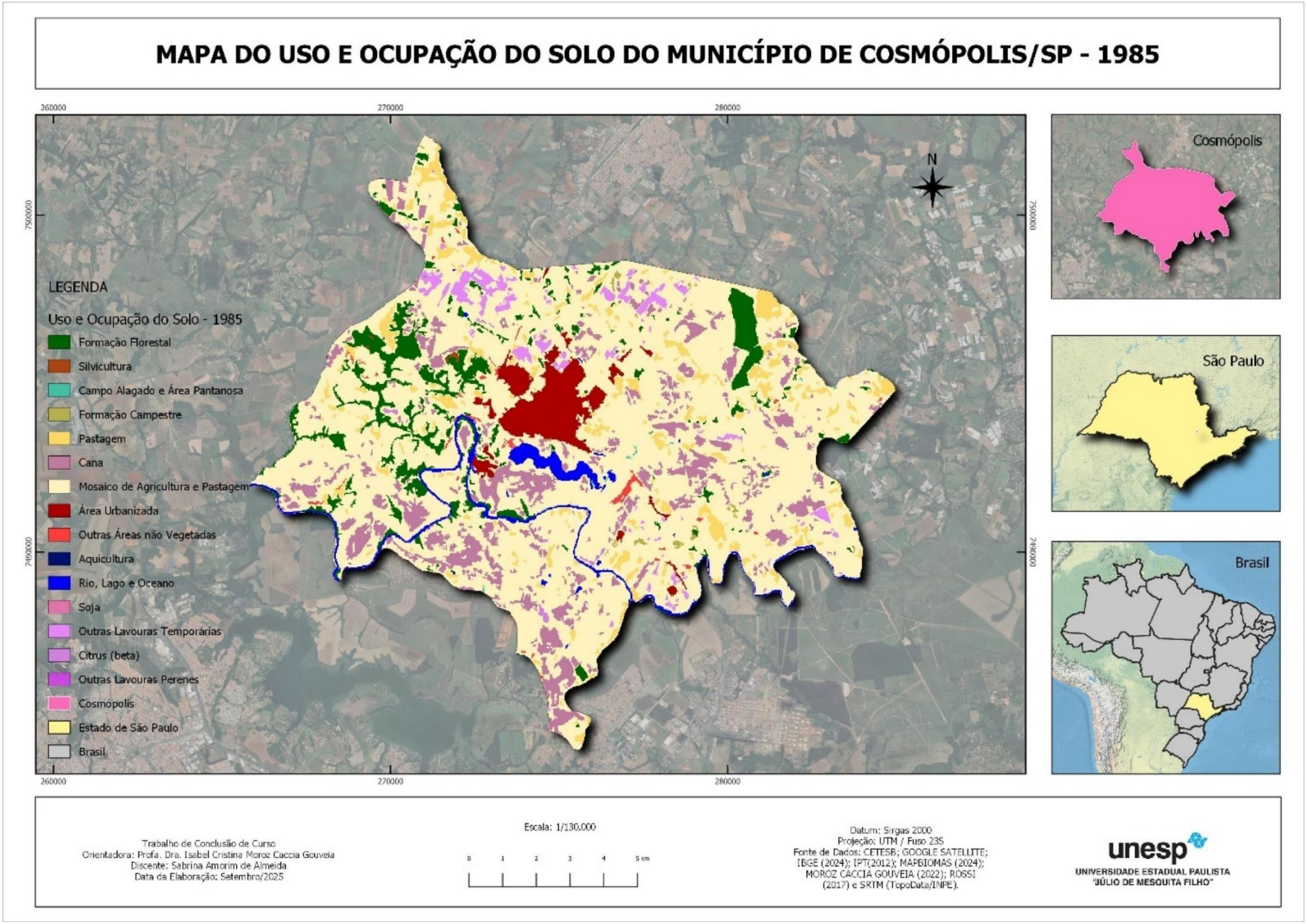
6.6.1 Uso e Ocupação do Solo

A análise do uso e ocupação do solo em Cosmópolis foi realizada a partir dos dados do MapBiomas – Coleção 10, do ano de 1985 e 2024.

O mapa de uso e ocupação do solo de 1985 evidencia que o município de Cosmópolis apresentava naquele período, uma paisagem fortemente marcada pelo uso agropecuário extensivo, com destaque para o mosaico entre agricultura e pastagem, que ocupava aproximadamente 101,03 km², correspondendo 65,43% da área municipal. Esse padrão indica um território predominantemente rural, caracterizado por práticas agrícolas diversificadas e pela presença significativa de pastagens.

Para ilustrar a espacialização do uso e ocupação do solo no município de Cosmópolis/SP em 1985, apresenta-se o mapa elaborado, que permite a visualização da distribuição das diferentes classes de uso e cobertura da terra no território municipal.

Figura 15 - Mapa do Uso e Ocupação do Município de Cosmópolis/SP (1985)

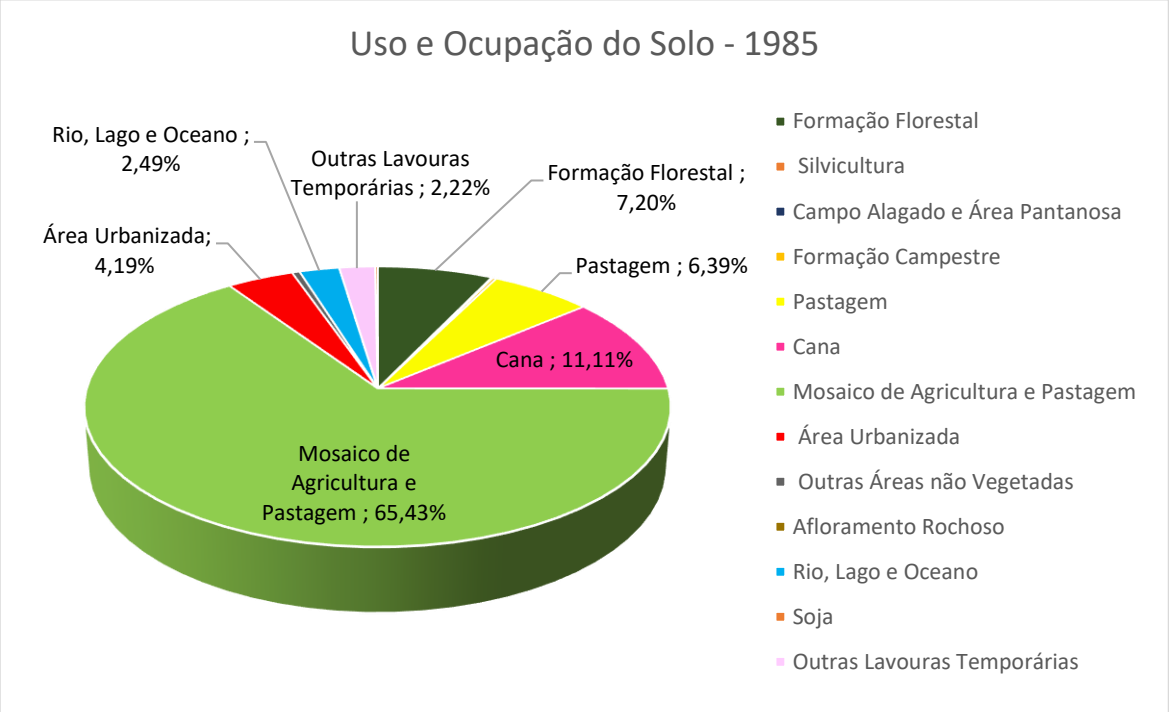


Fonte: MapBiomas (1985).

As áreas de cultivo de cana-de-açúcar, embora já presentes, ocupavam uma extensão relativamente menor, com cerca de 17,15 km² (11,11%), demonstrando que a agroindústria sucroenergética ainda não exercia domínio absoluto sobre o território. As pastagens somavam aproximadamente 9,86 km² (6,39%), reforçando o caráter agropecuário tradicional da ocupação do solo no período.

Para complementar a análise e ilustrar a distribuição percentual das classes de uso e ocupação do solo no município de Cosmópolis/SP, apresenta-se o gráfico a seguir.

Figura 16 - Gráfico do Uso e Ocupação do Município de Cosmópolis/SP (1985)



Fonte: MapBiomas (1985).

A área urbanizada apresentava baixa expressão espacial, totalizando cerca de 6,47 km² (4,19%). A formação florestal ocupava aproximadamente 11,11 km² (7,20%), distribuída de forma fragmentada, sobretudo ao longo de cursos d'água, desempenhando papel relevante na proteção ambiental, ainda que limitada em extensão.

A tabela a seguir sintetiza os dados de área e porcentagem referentes às classes de uso e ocupação do solo.

Tabela 9 - Tabela do Uso e Ocupação do Solo (1985)

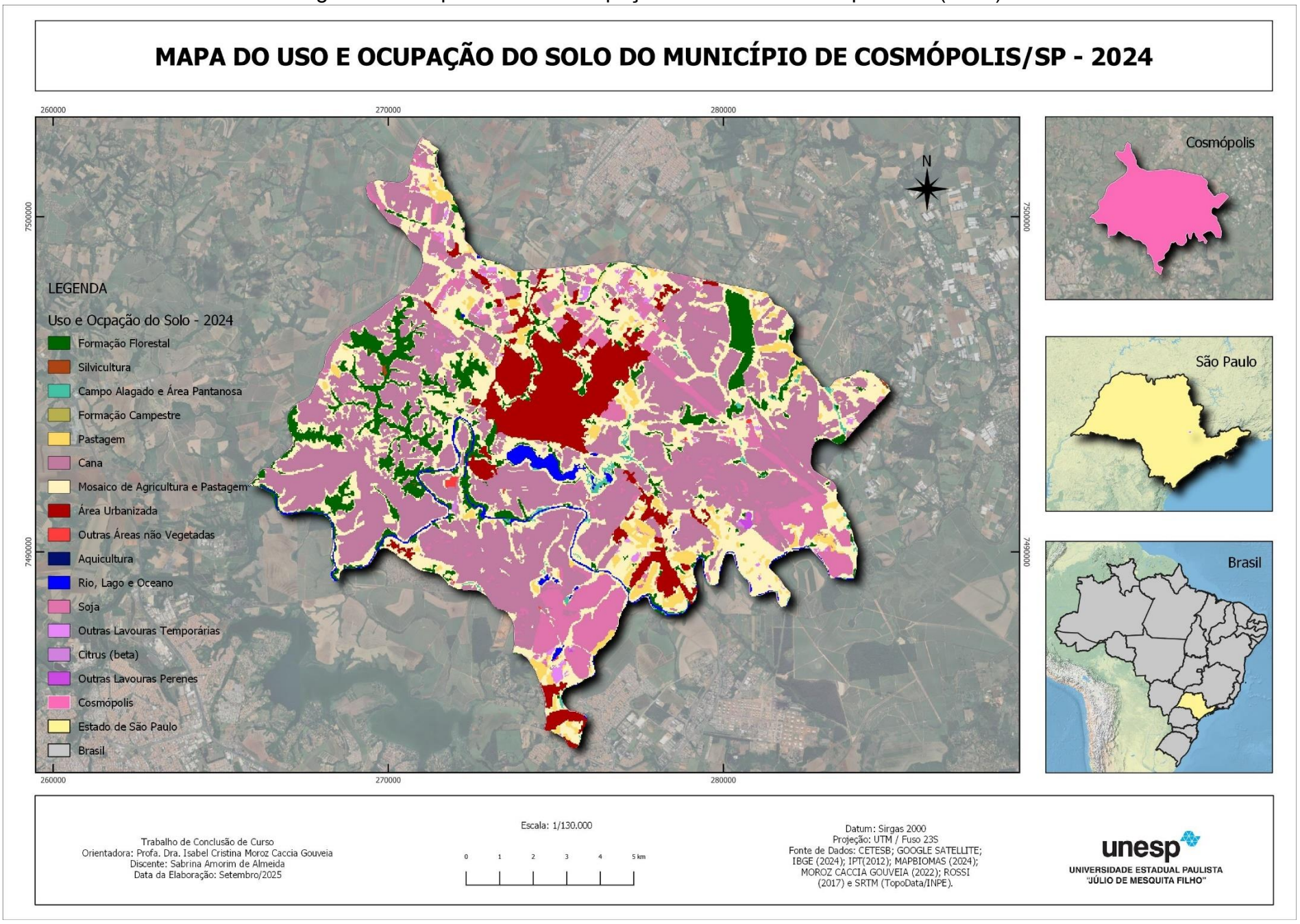
Uso e Ocupação do Solo - Ano de 1985		
Tipo	**Área (Km²)**	**Área %**
Formação Florestal	11,111	7,20%
Silvicultura	0,077	0,05%
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,078	0,05%
Formação Campestre	0,347	0,22%
Pastagem	9,864	6,39%
Cana	17,152	11,11%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	101,025	65,43%
Área Urbanizada	6,465	4,19%
Outras Áreas não vegetadas	0,732	0,47%
Afloramento Rochoso	0,006	0,00%
Rio, Lago e Oceano	3,841	2,49%
Soja	0,006	0,00%
Outras Lavouras Temporárias	3,433	2,22%
Citrus (beta)	0,263	0,17%
Total	154,4	100,00%

Fonte: MapBiomas (1985).

Outras classes de uso, como áreas alagadas, formações campestres, corpos d’água e lavouras temporárias, apresentavam participação espacial reduzida. Assim, o cenário de 1985 revela um município com predomínio rural, uso diversificado da terra e menor intensidade de transformação antrópica.

Já em 2024, observa-se uma reorganização significativa do uso e ocupação do solo no município de Cosmópolis/SP, marcada pela intensificação das atividades agroindustriais e pela expansão urbana, como demonstra o mapa a seguir.

Figura 17 - Mapa do Uso e Ocupação do Solo de Cosmópolis/SP (2024)



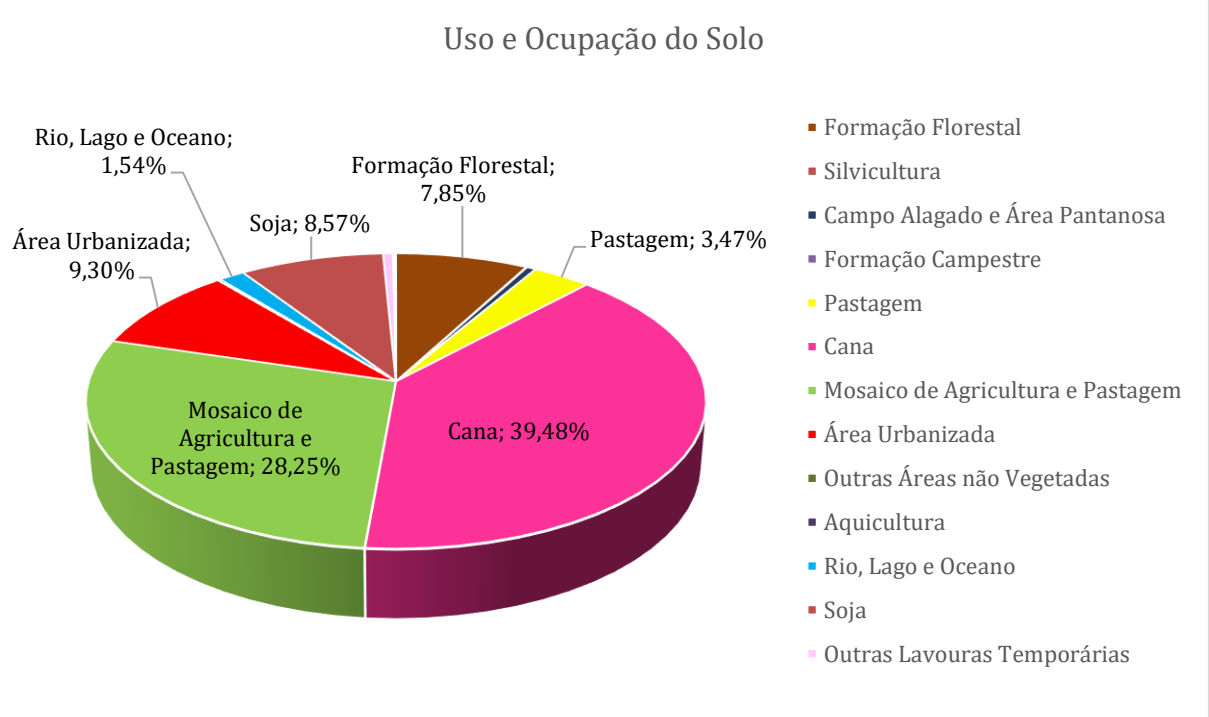
Fonte: MapBiomas (2024).

O cultivo de cana-de-açúcar passou a ocupar a maior parcela do município, totalizando cerca de 61,15 km², o que corresponde a aproximadamente 39,48% da área total. Esse crescimento expressivo evidencia a consolidação do setor sucroenergético.

O mosaico de agricultura e pastagem, embora ainda relevante, apresentou redução significativa em relação a 1985, passando a ocupar cerca de 43,75 km² (28,25%). Essa diminuição reflete a substituição de usos agrícolas mais diversificados por cultivos especializados, especialmente a cana-de-açúcar.

A área urbanizada apresentou expansão considerável, alcançando aproximadamente 14,40 km², o que representa 9,30% do território municipal, como é ilustrado no gráfico seguir.

Figura 18 - Gráfico do Uso e Ocupação do Solo de Cosmópolis/SP (2024)



Fonte: MapBiomas (2024).

A formação florestal manteve participação reduzida, com cerca de 12,17 km² (7,85%), permanecendo fragmentada e concentrada principalmente em áreas de preservação permanente e unidades de conservação. Assim como apresenta a tabela a seguir.

Tabela 10 - Uso e Ocupação do Solo

Uso e Ocupação do Solo		
Tipo	**Área (Km²)**	**Área %**
Formação Florestal	12,1655	7,85%
Silvicultura	0,0633	0,04%
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,8560	0,55%
Formação Campestre	0,0044	0,00%
Pastagem	5,3779	3,47%
Cana	61,1467	39,48%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	43,7536	28,25%
Área Urbanizada	14,3988	9,30%
Outras Áreas Não Vegetadas	0,2812	0,18%
Aquicultura	0,0009	0,00%
Rio, Lago e Oceano	2,3783	1,54%
Soja	13,2685	8,57%
Outras Lavouras Temporárias	0,9070	0,59%
Citrus (beta)	0,1450	0,09%
Outras Lavouras Perenes	0,1301	0,08%
Total	**154,8773**	**100,00%**

Fonte: MapBiomas (2024).

Outras classes, como soja (13,27 km² – 8,57%), pastagens, lavouras temporárias e corpos d'água, compõem parcelas menores da paisagem, reforçando o predomínio de um modelo produtivo altamente especializado e mecanizado.

Assim, a comparação entre os mapas de uso e ocupação do solo de 1985 e 2024 evidencia transformações significativas na dinâmica territorial de Cosmópolis ao longo de quase quatro décadas. A principal mudança observada refere-se à expressiva expansão do cultivo de cana-de-açúcar, que passou de 11,11% da área municipal em 1985 para 39,48% em 2024, consolidando-se como o uso dominante do solo. Esse avanço ocorreu, sobretudo, sobre áreas anteriormente ocupadas pelo mosaico de agricultura e pastagem, que sofreu redução de aproximadamente 65,43% para 28,25% do território.

Outro aspecto relevante é a expansão urbana, que mais do que dobrou em área, passando de 4,19% para 9,30%, refletindo o crescimento populacional, a ampliação da infraestrutura e a intensificação das atividades econômicas. Esse processo contribui diretamente para o aumento da impermeabilização do solo e para alterações no escoamento superficial, fatores diretamente associados à intensificação de processos erosivos.

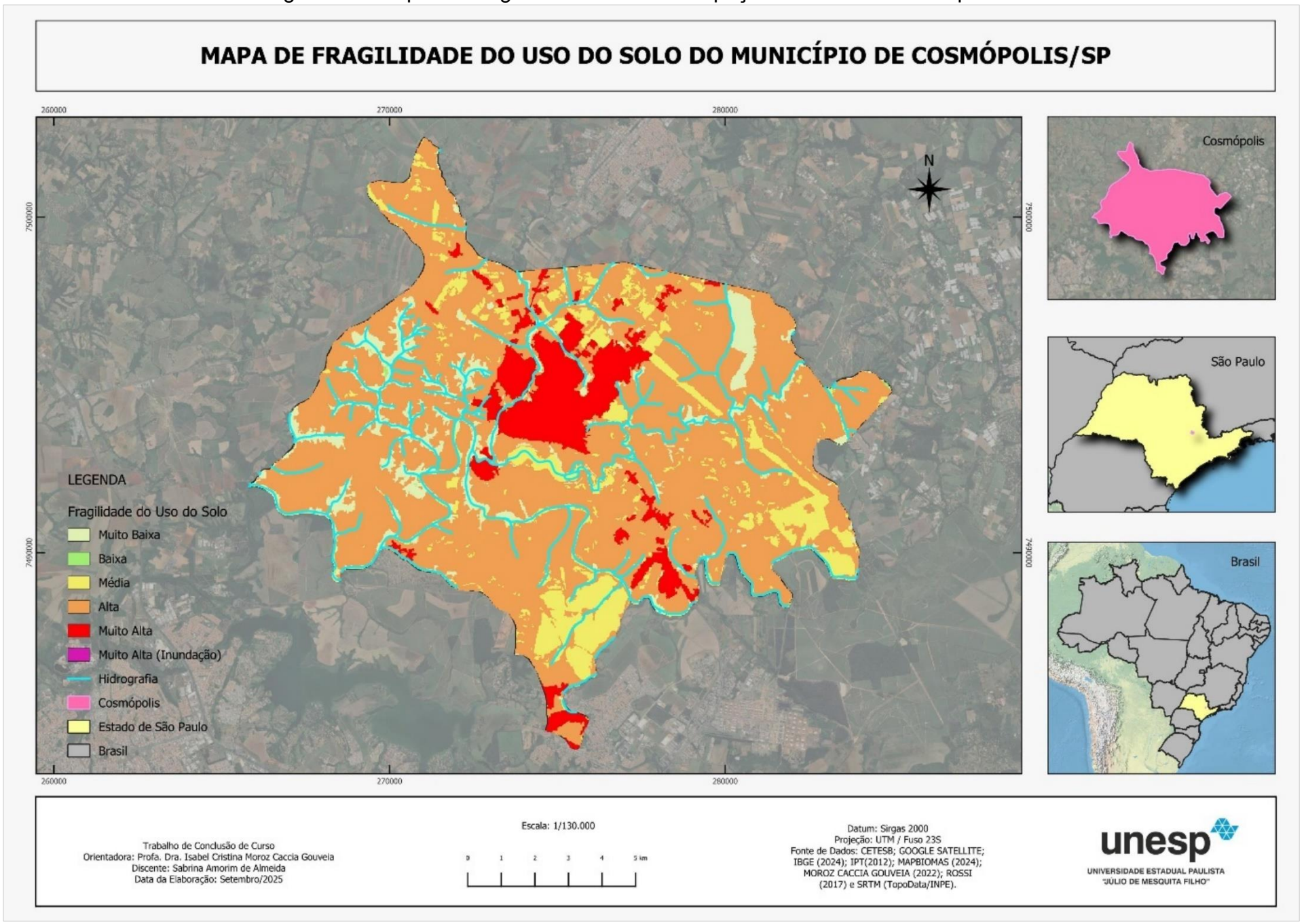
Em relação à vegetação nativa, observa-se que, apesar de uma pequena variação positiva em termos absolutos, sua participação percentual permanece praticamente estável e reduzida, mantendo-se abaixo de 8% do território municipal.

De modo geral, a transição entre 1985 e 2024 revela a passagem de um território predominantemente rural, com uso diversificado da terra, para um município marcado pela especialização agroindustrial e pela expansão urbana. Assim, a evolução do uso do solo em Cosmópolis constitui um fator central para a compreensão da dinâmica ambiental e da suscetibilidade aos processos de erosão linear no município.

6.6.2 Fragilidade do Uso do Solo

A fragilidade do uso do solo em Cosmópolis foi definida a partir das classes do MapBiomas (2024), associadas aos níveis de fragilidade propostos por Ross (1994). Os resultados mostram que o município apresenta principalmente, fragilidade Alta e Muito Alta, devido ao predomínio de atividades agropecuárias e ao crescimento urbano.

Figura 19 - Mapa da Fragilidade do Uso e Ocupação do Solo de Cosmópolis/SP

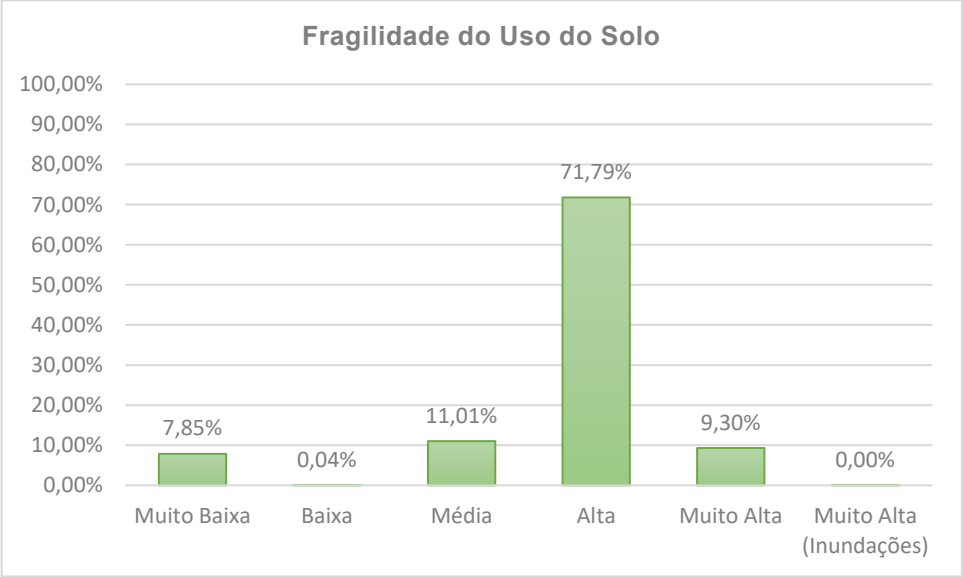


Fonte: Sabrina Amorim (2025).

As categorias com maior peso no território, como cana-de-açúcar (39,48%) e mosaico de agricultura e pastagem (28,25%), enquadram-se nos níveis Médio e Alto de fragilidade. Essas classes ocupam juntas mais de 67% do município, o que explica a maior vulnerabilidade do solo, já que envolvem manejo frequente, exposição da superfície e compactação por máquina.

A área urbanizada, que representa 9,30%, também contribui para aumentar a fragilidade, especialmente pela impermeabilização e alteração do escoamento superficial.

Figura 20 - Gráfico do Nível de Fragilidade do Uso do Solo



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Tabela 11 - Nível de Fragilidade do Uso do Solo

Fragilidade do Uso		
Nível	**Área (Km²)**	**Área %**
Muito Baixa	12,1655	7,85%
Baixa	0,0633	0,04%
Média	17,0592	11,01%
Alta	111,1852	71,79%
Muito Alta	14,3997	9,30%
Muito Alta (Inundações)	0,0044	0,00%
Total	**154,8773**	**100,00%**

Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Já as áreas com Baixa ou Muito Baixa fragilidade, como formação florestal (7,85%), pastagens (3,47%) e pequenas porções de vegetação nativa, aparecem de maneira fragmentada e em quantidade reduzida, o que limita sua capacidade de proteção ambiental em escala municipal.

Assim, os dados do mapa, gráfico e tabela indicam que a fragilidade do uso do solo em Cosmópolis está diretamente ligada ao domínio da agroindústria e à baixa presença de vegetação nativa contínua, o que aumenta o potencial de ocorrência de processos erosivos.

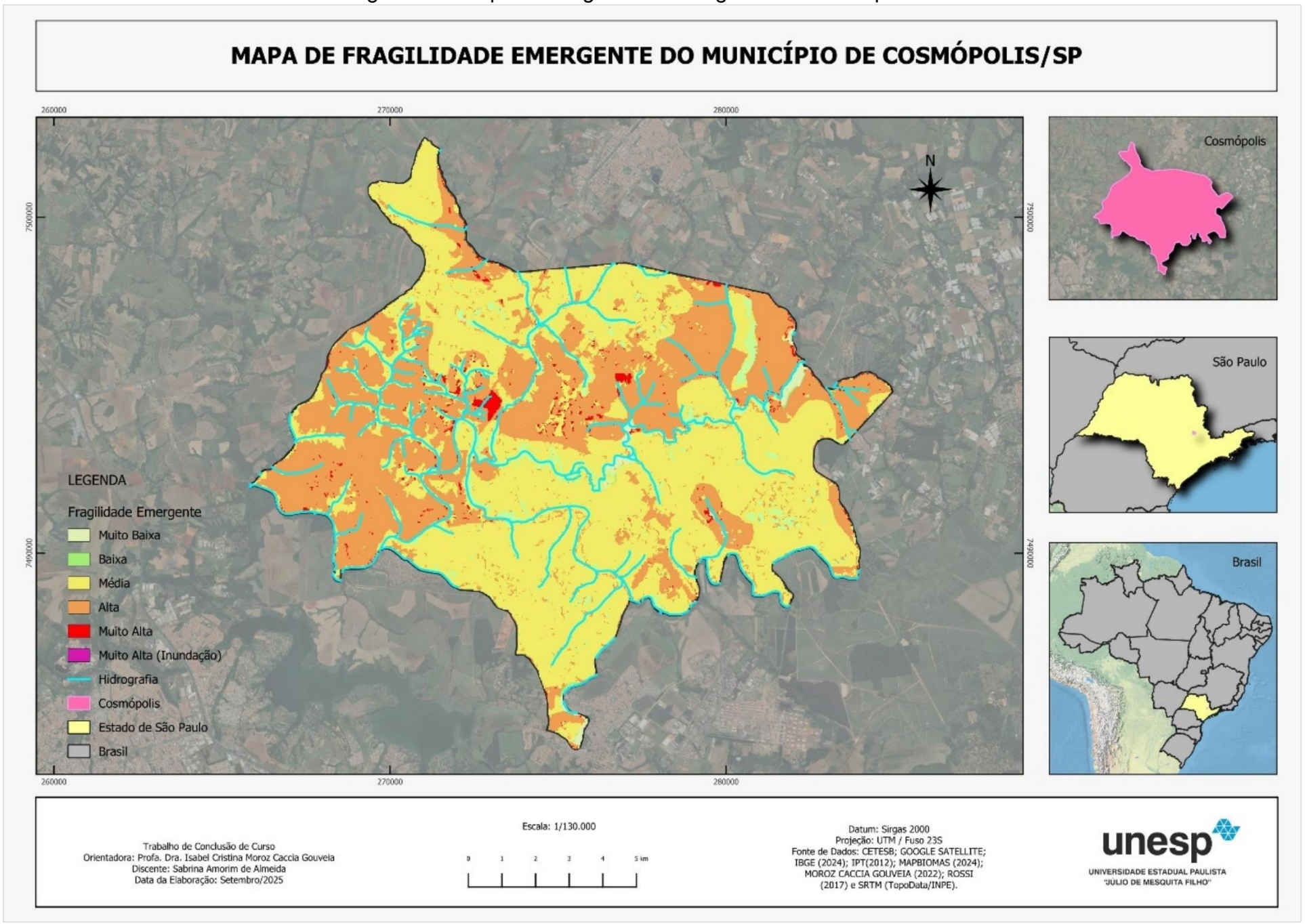
6.7 FRAGILIDADE EMERGENTE

A fragilidade emergente resulta da integração entre a fragilidade potencial, derivada das características naturais do município, como relevo e tipos de solo e a fragilidade do uso e ocupação do solo, refletindo diretamente como as ações humanas intensificam ou reduzem os processos erosivos e hidrológicos. Em outras palavras, ela representa a resposta atual da paisagem frente às pressões ambientais, considerando tanto os elementos físicos quanto a forma como o território é explorado.

Os resultados obtidos conforme se observa no mapa 9, sinaliza que boa parte do território de Cosmópolis se enquadra nos níveis Médio e Alto de fragilidade emergente. Essa tendência está diretamente relacionada ao predomínio de atividades agroindustriais e à expansão urbana, que suprime a cobertura vegetal e aumentando assim significativamente o escoamento superficial. Como mostrado anteriormente, mais de 67% do território é composto por cana-de-açúcar e mosaico entre agricultura e pastagens, usos que frequentemente expõem o solo, alteram sua estrutura e intensificam a suscetibilidade a erosão linear.

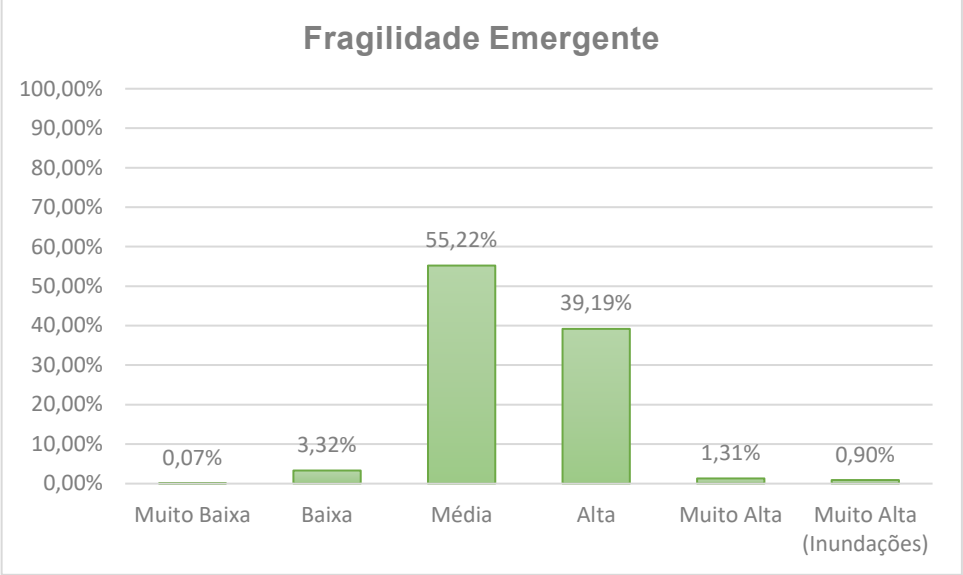
Por outro lado, a vegetação nativa, mesmo que reduzida, contribui para minimizar a fragilidade emergente. No entanto, como demonstrado no item 6.6.1, essa área compreende menos de 8% do território, aparecendo de forma totalmente fragmentada e, portanto, com baixa capacidade de desempenhar uma proteção considerável em escala municipal.

Figura 21 - Mapa da Fragilidade Emergente de Cosmópolis/SP



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Figura 22 - Gráfico do Nível de Fragilidade Emergente



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Tabela 12 - Nível de Fragilidade Emergente

Fragilidade Emergente		
Nível	**Área (Km²)**	**Área %**
Muito Baixa	0,1002	0,07%
Baixa	5,0325	3,32%
Média	83,8044	55,22%
Alta	59,4716	39,19%
Muito Alta	1,9845	1,31%
Muito Alta (Inundações)	1,3667	0,90%
Total	**151,7599**	**100,00%**

Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Em síntese, a fragilidade emergente em Cosmópolis reflete um cenário em que fatores naturais estáveis são superados pela intensidade do uso antrópico, resultando em uma paisagem mais vulnerável a processos erosivos.

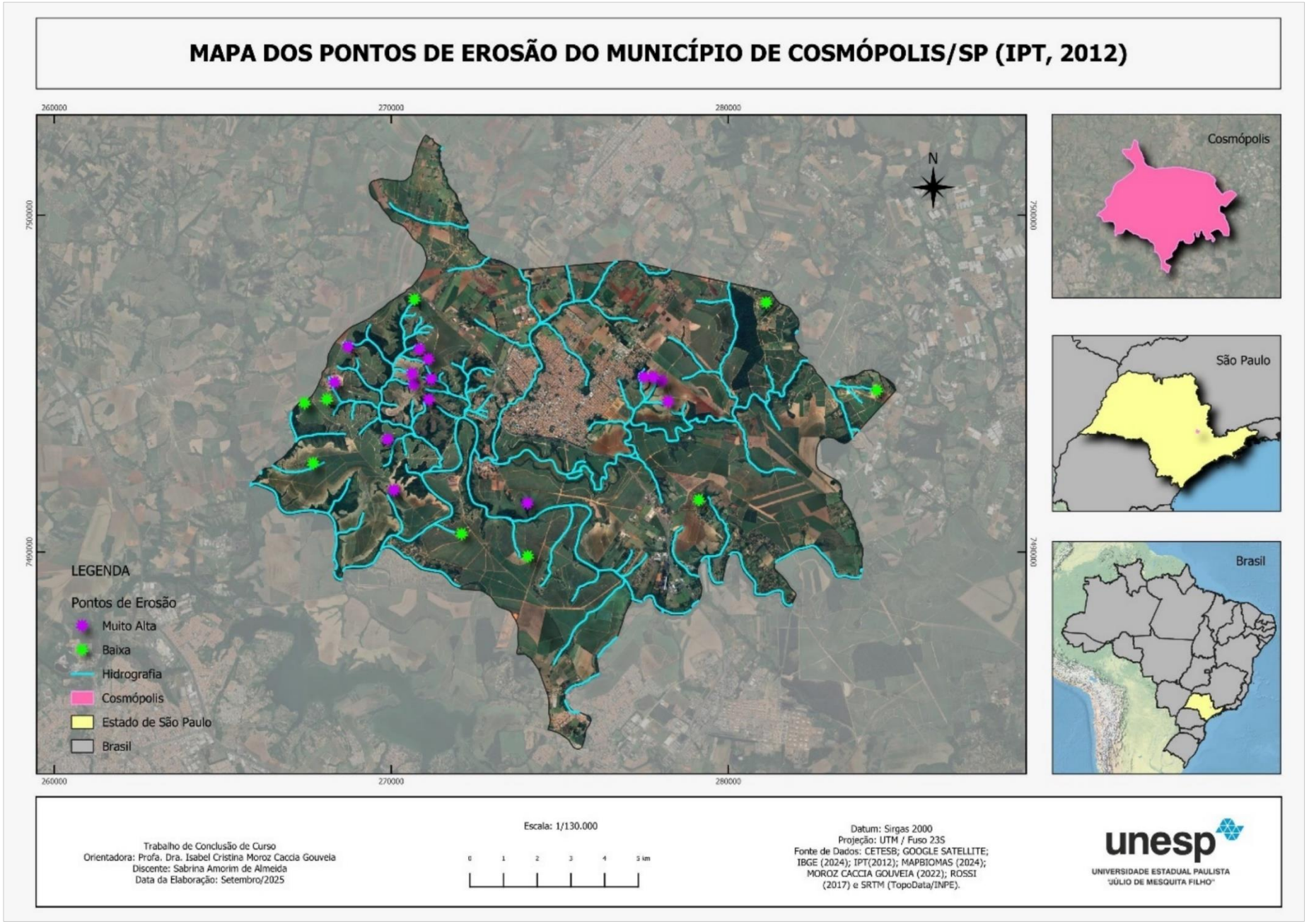
Agora, de forma integrada, os resultados demonstram que a suscetibilidade à erosão linear em Cosmópolis não decorre apenas das características naturais, que em grande parte apresentam baixa a média fragilidade, mas, sobretudo do modo como o território vem sendo utilizado. A predominância da agroindústria, aliada à fragmentação da vegetação nativa e ao avanço da urbanização, intensifica o escoamento superficial, expõe o solo e aumenta a probabilidade de formação de

sulcos, ravinas e outros processos erosivos. Assim, a fragilidade emergente mostra que o meio físico, apesar de relativamente estável, a ação antrópica é o principal fator de vulnerabilidade do município de Cosmópolis.

6.7.1 Pontos de Erosão, IPT 2012

O Mapa dos Pontos de Erosão do Município de Cosmópolis/SP, elaborado a partir dos dados do IPT (2012), apresenta a distribuição espacial dos processos erosivos lineares identificados no território municipal.

Figura 23 - Mapa dos Pontos de Erosão do Município de Cosmópolis/SP (IPT, 2012)



Fonte: IPT, 2012.

Foram mapeados 24 pontos de erosão, sendo 15 classificados como de alta criticidade e 9 de baixa criticidade, o que evidencia a predominância de ocorrências mais severas. Assim, como demonstra a tabela a seguir.

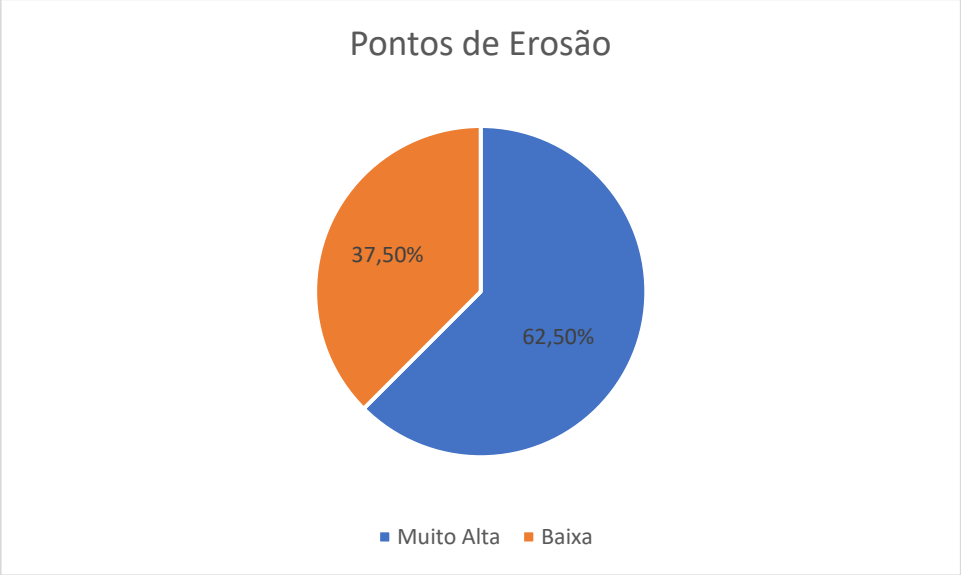
Tabela 13 - Pontos de Erosão

Pontos de Erosão		
Nível de Criticidade	**Quantidade**	**Porcentagem**
Muito Alta	15	62,50%
Baixa	9	37,50%
Total	**24**	**100,00%**

Fonte: IPT (2012).

Ou seja, 62,50% dos pontos encontram-se classificados com o nível de criticidade muito alto, como apresenta o gráfico a seguir.

Figura 24 - Gráfico dos Pontos de Erosão do Município de Cosmópolis/SP (IPT, 2012)



Fonte: IPT (2012).

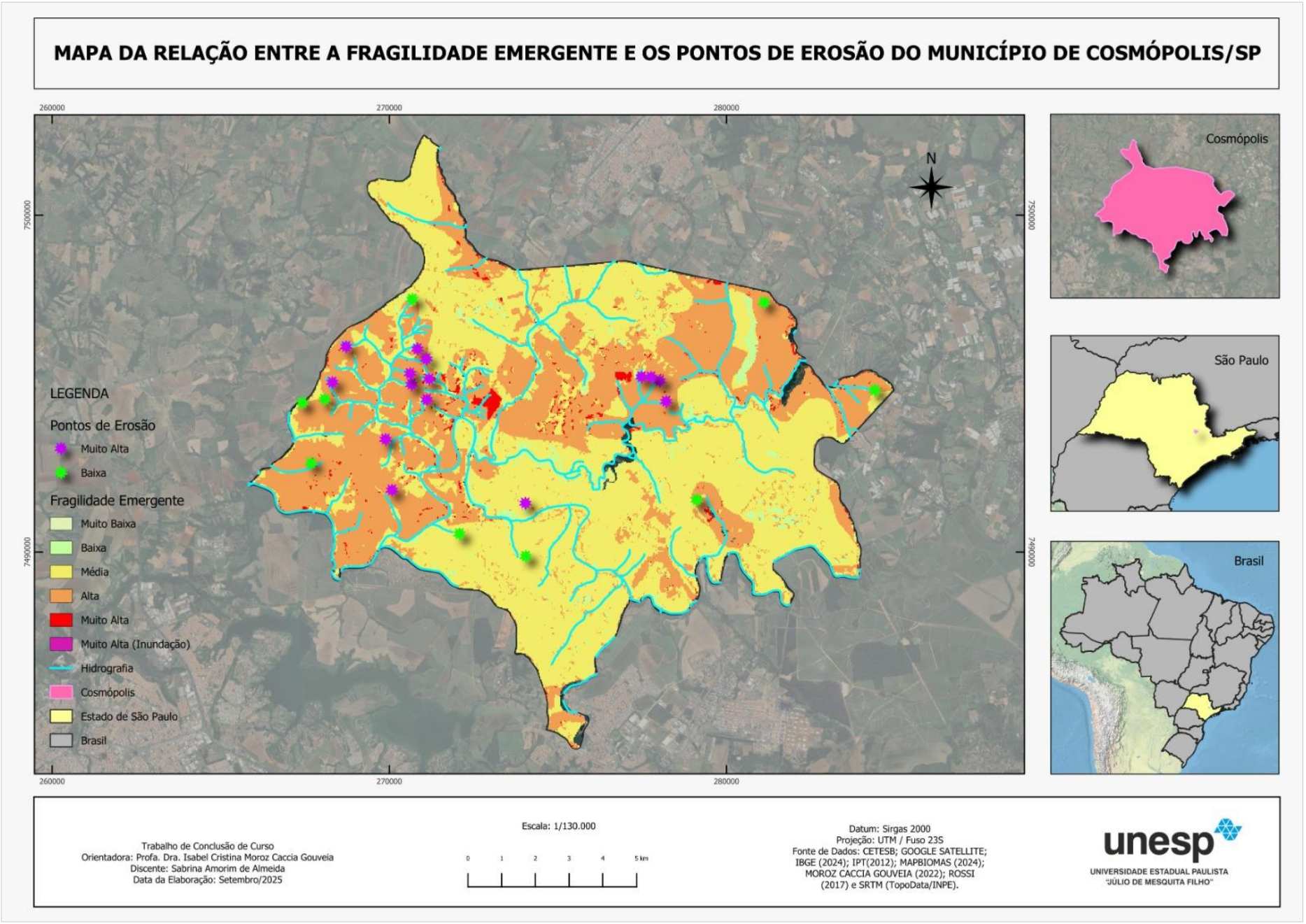
Observa-se que esses pontos se concentram, sobretudo, em áreas com maior ocorrência de Argissolos e Neossolos Litólicos, solos mais suscetíveis aos processos erosivos, além de estarem associados à presença do cultivo de cana-de-

açúcar e à proximidade da rede hidrográfica, indicando a influência conjunta das condições naturais e das atividades antrópicas na intensificação da erosão.

6.7.2 Comparação dos Pontos de Erosão com a Fragilidade Emergente

O Mapa da Relação entre a Fragilidade Emergente e os Pontos de Erosão do Município de Cosmópolis/SP evidencia uma forte correspondência espacial entre as áreas classificadas com fragilidade emergente alta e muito alta e a localização dos pontos de erosão mapeados pelo IPT (2012).

Figura 25 - Mapa da Relação entre a Fragilidade Emergente e os Pontos de Erosão do Município de Cosmópolis/SP



Fonte: Sabrina Amorim (2025).

Observa-se que a maioria dos pontos de alta criticidade encontra-se inserida em setores do território onde predominam classes elevadas de fragilidade, indicando que a combinação entre características físicas desfavoráveis e o uso e ocupação da terra intensifica a ocorrência dos processos erosivos.

Em contrapartida, os pontos classificados como de baixa criticidade tendem a ocorrer em áreas de fragilidade média, sugerindo maior estabilidade relativa do meio. Dessa forma, a sobreposição cartográfica confirma a eficiência do mapeamento da fragilidade emergente como instrumento de diagnóstico e previsão de áreas suscetíveis à erosão, reforçando sua aplicabilidade no planejamento ambiental e na gestão territorial do município.

7. CONCLUSÃO

A análise integrada da fragilidade ambiental de Cosmópolis permite afirmar que a vulnerabilidade da paisagem municipal não se distribui de forma homogênea, refletindo a interação entre componentes naturais e antrópicos. O relevo, predominantemente suave, apresenta baixa fragilidade na maior parte do território, enquanto os solos dominantes, especialmente Latossolos e Argissolos, variam entre boa estabilidade e suscetibilidade moderada à erosão. Esses elementos, quando considerados isoladamente, configuram uma base física relativamente estável, com fragilidade natural predominantemente baixa a média.

Entretanto, ao incorporar o uso e ocupação do solo à análise, observa-se uma intensificação expressiva da fragilidade emergente. A predominância do cultivo de cana-de-açúcar e dos mosaicos agrícolas, associada à fragmentação da vegetação nativa, favorece o aumento do escoamento superficial e da exposição do solo, potencializando a ocorrência de sulcos, ravinas e voçorocas, sobretudo em setores onde o uso intensivo coincide com áreas mais declivosas.

Nesse sentido, os resultados evidenciam que a erosão linear em Cosmópolis não decorre exclusivamente das características naturais do terreno, mas, sobretudo, do modo como o território vem sendo utilizado, revelando um descompasso entre a capacidade de suporte do meio físico e as pressões antrópicas exercidas. Esse diagnóstico reforça a importância de incorporar a análise de fragilidade ambiental ao planejamento municipal, especialmente na formulação de políticas de manejo do solo, conservação de remanescentes vegetais e prevenção de riscos ambientais.

A análise dos pontos de erosão mapeados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2012) corrobora empiricamente para esses resultados, uma vez que as ocorrências, principalmente as de alta criticidade, concentram-se em áreas classificadas com fragilidade emergente média a alta. Essas áreas correspondem, em geral, à sobreposição de solos mais suscetíveis, como Argissolos e Neossolos, usos intensivos do solo, com destaque para a cana-de-açúcar e proximidade com a rede hidrográfica, evidenciando que os processos erosivos não se manifestam de forma aleatória no território.

Assim, este trabalho contribui para a compreensão das dinâmicas erosivas no município de Cosmópolis, oferecendo subsídios técnicos para a gestão ambiental e o planejamento territorial. A integração entre ciência geográfica, políticas públicas e práticas sustentáveis mostra-se fundamental para reduzir a vulnerabilidade ambiental e promover um desenvolvimento territorial mais equilibrado.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Relatório De Situação Dos Recursos Hídricos – Capítulo 2.2: Caracterização Física**. Piracicaba, 2021. Disponível em: Https://Agencia.Baciaspcj.Org.Br/Wp-Content/Uploads/2021/01/Rs-02-03_Cap-2-2_Caracterizacao-Fisica.Pdf. Acesso em: 05 jul. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Usos da água**. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua/usos-da-agua. Acesso em: **15 dez. 2025**.

BRASIL. **Lei Nº 11.428, De 22 De Dezembro De 2006. Dispõe Sobre A Recuperação Da Vegetação Nativa (Lei Da Mata Atlântica)**. Diário Oficial Da União, Brasília, DF, 22 Dez. 2006. Disponível em: Https://Www.Planalto.Gov.Br/Ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.Htm. Acesso em: 23 ago. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Enquadramento dos corpos hídricos – arquivos digitais**. IBGE, 2024. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos-arquivos-digitais/. Acesso em: 05 jul. 2025.

CLIMATE-DATA. **Climate Cosmópolis (Brasil)**. Disponível em: Https://Pt.Climate-Data.Org/America-Do-Sul/Brasil/Sao-Paulo/Cosmopolis-34766/. Acesso em: 13 set. 2025.

COCCIA, N.H; FIGUEIREDO, R.M.D. **Fragilidade ambiental e estimativa de perdas de solo por erosão laminar no município de Estrela do Norte - SP**. Orientadora: Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia. 2024. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2024. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/c56336d1-581c-4587-9b85-c1f9a1531642. Acesso em: 26 jun. 2025.

COSMÓPOLIS. **Avaliação Temática Integrada I – Plano Diretor Municipal De Cosmópolis**. Prefeitura Municipal de Cosmópolis/SP, 2023. Disponível em: Https://Cosmopolis.Sp.Gov.Br/Wp-Content/Uploads/2023/07/Avaliacao-Tematica-1.Pdf. Acesso em: 13 set. 2025.

COSMÓPOLIS. **Memória – História De Cosmópolis**. Prefeitura de Cosmópolis/SP. Disponível em: Https://Cosmopolis.Sp.Gov.Br/Cidade/Historia/. Acesso em: 13 set. 2025.

COSMÓPOLIS. **Plano Municipal De Saneamento Básico De Cosmópolis.** Prefeitura Municipal de Cosmópolis/SP, 2017. Disponível em:

http://cosmopolis.sp.gov.br/wp-content/uploads/2017/07/R_FINAL_PMSB_2017_Cosm%C3%B3polis_REV_11_07_2017.pdf. Acesso em: 19 jul. 2025.

COSMÓPOLIS. **Plano Municipal De Saneamento Básico**. Prefeitura de Cosmópolis/SP, 2018. Disponível Em: Https://Cosmopolis.Sp.Gov.Br/Wp-Content/Uploads/2021/06/Plano-Municipal-De-Saneamento-Basico.Pdf. Acesso em: 19 jul. 2025.

EMBRAPA. **Argissolos**. Portal Solos Tropicais – SIBCS. Disponível em: Https://Www.Embrapa.Br/Agencia-De-Informacao-Tecnologica/Tematicas/Solos-Tropicais/Sibcs/Chave-Do-Sibcs/Argissolos. Acesso em: 23 ago. 2025.

EMBRAPA. **Latossolos**. Portal Solos Tropicais – SIBCS. Disponível em: Https://Www.Embrapa.Br/Agencia-De-Informacao-Tecnologica/Tematicas/Solos-Tropicais/Sibcs/Chave-Do-Sibcs/Latossolos. Acesso em: 23 ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomas E Sistema Costeiro-Marinho Do Brasil.** Rio De Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: Https://Www.Ibge.Gov.Br/Apps/Biomas/#/Home/. Acesso em: 19 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades – Cosmópolis**. Rio de Janeiro. IBGE, 2022. Disponível em: Https://Www.Ibge.Gov.Br/Cidades-E-Estados/Sp/Cosmopolis.Html. Acesso em: 27 set. 2025.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal 2020**. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/07/inventarioflorestal2020.pdf\.Acesso em: 01 nov. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **TopoData – Banco de dados geomorfométricos do Brasil.** INPE, 2009. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php. Acesso em: 26 jun. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado.** IPA, 2017. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/. Acesso em: 26 jun. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Erradicação de Áreas de Risco**. Cosmópolis, 2024. Disponível em: https://cosmopolis.sp.gov.br/wp-content/uploads/2024/02/Erradicacao-Areas-de-Risco.pdf. Acesso em: 30 nov. 2025.

MAPBIOMAS. **Coleção 10 – Cobertura e uso da terra do Brasil – 1985**. Disponível em: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-

public/initiatives/brasil/collection_10/lulc/coverage/brazil_coverage_1985.tif. Acesso em: 10 dez. 2025.

MAPBIOMAS. **Coleção 10 – Cobertura e uso da terra do Brasil – 2024**. Disponível em: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_10/lulc/coverage/brazil_coverage_2024.tif. Acesso em: 26 jun. 2025.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; ROSS, J. L. S. **Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorphons para a Variável Relevo.** Revista do Departamento de Geografia (RDG-USP), v. 37, p. 123-136, 2019. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/151030. Acesso em: 06 de junho de 2025.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. **Tutorial para elaboração de mapas de Fragilidade Ambiental no QGIS,** material do curso de Mestrado Profissional em Geografia da FCT-UNESP, Presidente Prudente, 2022. (inédito).

MOURA, F. **A História Do Sujeito Sócio-Econômico Usuário Do Ensino Público De Cosmópolis.** Iniciação Científica, 2003. (Graduanda Em Pedagogia) - Instituto Superior De Ciências Aplicadas; Orientador: Luiz Bezerra Neto. Disponível em: Https://Histedbrantigo.Fe.Unicamp.Br/Revista/Revis/Revis11/Art10_11.Htm#_Ftn1. Acesso em: 27 set. 2025.

Ross, J. L. S. **Análise Empírica Da Fragilidade Dos Ambientes Naturais E Antropizados.** Revista Do Departamento De Geografia, São Paulo, V. 7, P. 63–74, 1993. Disponível: https://revistas.usp.br/rdg/article/view/47327. Acesso em 25 de maio de 2025.

ROSSI, M.; NALON, M. A.; KANASHIRO, M. M. **Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Ambientais – IPA, 2022. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/2001/sites/261/2022/10/atlas-de-suscetibilidades-dos-solos-do-estado-de-sao-paulo.pdf. Acesso em: 23 ago. 2025.

SÃO PAULO (Estado). **Limite de Sub-UGRHI**. Portal de Dados Abertos do Governo de São Paulo, 2024. Disponível em: https://dadosabertos.sp.gov.br/dataset/limite-de-sub-ugrhis. Acesso em: 05 jul. 2025.

SÃO PAULO (Estado). **Limite de UGRHIs**. Portal de Dados Abertos do Governo de São Paulo, 2024. Disponível em: https://dadosabertos.sp.gov.br/dataset/limite-de-ugrhis. Acesso em: 05 jul. 2025.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria De Infraestrutura e Meio Ambiente; Instituto Florestal. **Inventário Florestal Do Estado De São Paulo: Mapeamento Da Cobertura Vegetal Nativa**. São Paulo: SIMA; IF, 2020. Disponível em: Https://Smastr16.Blob.Core.Windows.Net/Home/2020/07/Inventarioflorestal2020.Pdf. Acesso em: 11 out. 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Resultados Preliminares do Atlas de Riscos Geológico e Hidrológico do Espírito Santo**. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/22448/5/atlas_riscos_geologico_hidrologico_ES_v5.pdf. Acesso em: 23 ago. 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta De Suscetibilidade A Movimentos Gravitacionais De Massa E Inundações: Município De Cosmópolis – Sp**. São Paulo: CPRM, 2018. Disponível Em: Https://Rigeo.Sgb.Gov.Br/Handle/Doc/21266. Acesso Em: 23 ago. 2025.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE; SUPREN, 1977. 97 p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv9679.pdf. Acesso em: 13 de julho de 2025