



SYLVIA VEIGA GRUBER GUFFEY

**ESTUDO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO NA
CIDADE DE LAVRAS - MG**

LAVRAS-MG

2023

SYLVIA VEIGA GRUBER GUFFEY

**ESTUDO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO NA CIDADE DE LAVRAS -
MG**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das
exigências do curso de Engenharia Civil,
para obtenção do título de Bacharel.

Prof^a. Luciana Barbosa de Abreu, D.Sc.

Orientadora

LAVRAS-MG

2023

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Guffey, Sylvia Veiga Gruber.

Estudo das áreas suscetíveis à inundação na cidade de Lavras -
MG / Sylvia Veiga Gruber Guffey. - 2023.

48 p.

Orientador (a): Luciana Barbosa de Abreu, D. Sc.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.
Bibliografia.

1. Inundação. 2. Geomorfologia. 3. Análise multicritério. I.
Abreu, Luciana Barbosa de. II. Título.

SYLVIA VEIGA GRUBER GUFFEY

**ESTUDO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO NA CIDADE DE LAVRAS –
MG**

STUDY OF AREAS SUCEPTABLE TO INUNDATION IN THE CITY OF LAVRAS - MG

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

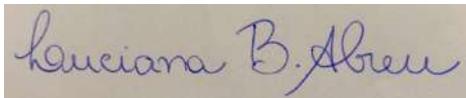
APROVADA em 17 de julho de 2023.

Luciana Barbosa de Abreu, UFLA.

Marina Elisei Serra, UFLA.

Victor Buono da Silva Batista, UFLA.

UFLA



Prof^ª. Luciana Barbosa de Abreu, D. Sc.

Orientadora

LAVRAS-MG

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus pela oportunidade de estar aqui, por toda a jornada vencida, pelas provas e por toda caminhada. Obrigada por estar do meu lado nos momentos difíceis e também nos alegres como este.

Em seguida quero agradecer a minha mãe por estar presente nesta jornada por ter me ensinado sobre a vida e por ter me dado força ao longo de toda trajetória. Aproveitar para agradecer a minha tia Zizi que me auxiliou e confiou em mim e na minha capacidade. Agradecer também meu o meu avô, o meu padrinho, e toda minha família pela base, pelo apoio.

A gente já nasce com ótimos presentes que é a família, porém, ao longo da vida vamos acumulando joias preciosas que nos auxiliam das maneiras mais extraordinárias possíveis, com isso, quero agradecer ao Paulo, a Sue, a Fernanda, a Rosa, o Lucas, e minhas queridas Jéssicas, que Deus foi tão bom, que me presenteou com duas.

Mas em especial quero agradecer não só Jéssica, só por ter sido uma pessoa incrível na minha vida, mas por presentear o mundo com essa princesa maravilhosa que é a Elisa que desde a barriga é minha pequena Sabiá e sei com tamanha alegria, vai ganhar o mundo.

Quero também agradecer ao Otávio por ter aparecido de forma tão repentina na minha vida e tem me feito muito feliz.

Também tenho as mulheres maravilhosas que a faculdade colocou na minha vida, a Andreia Correa com o projeto de pesquisa, a Marina Elisei Serra que me apoiou não só no acadêmico, mas na vida também, quando tudo pareceu desmoronar, e principalmente a Luciana Barbosa de Abreu que não me deixou desistir nesse momento tão crucial.

Por último, quero dedicar esse trabalho ao meu querido irmão Derek Jones, que surgiu de surpresa na minha vida, trazendo expectativas e alegrias, mas de surpresa também se foi, levando consigo as minhas orações mais sinceras.

A todos, obrigada!

RESUMO

A cidade de Lavras, localizada no sul de Minas, tem tido um grande crescimento e uma expansão a inundações; entende-se inundação como um fenômeno natural que ocorre quando a vazão de um rio ou um córrego é maior que sua capacidade normal. Essas inundações trazem consigo consequências como desastres nas infraestruturas urbanas trazendo prejuízo para a população local. Tem-se que existem os seguintes fatores que influenciam a ocorrência de enchente numa determinada bacia hídrica: o clima, a geologia, a geomorfologia, a vegetação e o uso e ocupação do solo, e a litologia (tipo de solo). O presente trabalho tem por objetivo mapear as áreas com maiores suscetibilidade a inundação usando esses fatores na cidade de Lavras- MG e trazer possíveis soluções para serem adotadas nessas regiões mapeadas. Porém, por se tratar de uma área pequena, alguns desses fatores tiveram uma homogeneidade em seus resultados sendo assim descartados no estudo em questão. É então, feita uma análise mais sucinta, essa que possibilita o mapeamento objetivado. Sendo então visíveis as áreas com maior probabilidade a tais desastres, o presente trabalho traz o conceito de cidades esponja, tal conceito está relacionado às cidades que reutilizam as águas das chuvas em áreas que conseguem ser aproveitadas nas áreas urbanas.

Palavras-chave: Inundação. Geomorfologia. Análise multicritério.

ABSTRACT

The city of Lavras, located in the south of Minas, has experienced great growth and the appearance of inundations; Inundation is defined as a natural phenomenon that occurs when the flow of a river or stream is greater than its normal capacity. These inundations bring consequences such as disasters in urban infrastructure, thus causing damage to the local population. There are factors that influence the occurrence of inundations in a given water basin: climate, geology, geomorphology, vegetation and soil use and occupation, and lithology (type of soil). The present work aims to map the areas with greater susceptibility to flooding using these factors in the city of Lavras and to bring possible solutions to be adopted in these mapped regions. However, because it is a small area, some of these factors had a homogeneity in their results, thus being discarded in the study in question. A more succinct analysis was then carried out, enabling the objective mapping. Being then visible the areas with greater probability of such disasters, the present work brings the concept of sponge cities, this concept is related to cities that reuse rainwater in areas that can be used in urban areas.

Keywords: Inundation. Geomorphology. Multicriteria analysis.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Hidrologia	13
2.1.1	Bacia Hidrográfica	14
2.2	Diferenças entre alagamento, enchente e inundação.	14
2.3	Uso e ocupação do solo	15
2.4	Sensoriamento Remoto	16
2.5	Análise de multicritério.	17
2.5.1	Precipitação	17
2.5.2	Geologia	17
2.5.3	Geomorfologia.....	18
2.5.4	Vegetação e Uso e Ocupação do Solo.....	18
2.5.5	Solo.....	18
2.6	Cidades Esponjas	18
2.6.1	Coberturas Verdes	19
2.6.2	Bacias de Infiltração.....	20
2.6.3	Parques Alagáveis	20
2.6.4	Praças-Piscina.....	21
2.6.5	Pavimentação Permeável.....	22
3.	METODOLOGIA	23
3.1	Precipitação.....	25
3.2	Geologia.....	25
3.3	Geomorfologia	25
3.4	Vegetação e Uso e Ocupação do Solo	26
3.5	Solo	26
3.6	Análise de multicritérios	26
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Precipitação.....	27
4.2	Geologia.....	30

4.3	Geomorfologia.....	31
4.4	Vegetação e Uso e Ocupação do Solo	33
4.5	Solo	33
4.6	Resultados da Análise de Multicritério.....	34
4.7	Uso de recursos das cidades esponja	36
5.	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS	39
	ANEXO I – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE LAVRAS-MG	41
	ANEXO II – MAPA GEOLÓGICO DE LAVRAS-MG	42
	ANEXO III – MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LAVRAS-MG.....	43
	ANEXO IV – MAPA HIDROLÓGICO DE LAVRAS-MG	44
	ANEXO V – MAPA DE SOBREPOSIÇÃO HIDRO GEOLÓGICO DE LAVRAS-MG	45
	ANEXO VI – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE LAVRAS-MG	46
	ANEXO VII – MAPA LITOLÓGICO DE LAVRAS-MG.....	47
	ANEXO VIII – MAPA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO DE LAVRAS-MG	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo da água.....	13
Figura 2: Bacia Hidrográfica	14
Figura 3: Diferenças entre Alagamento, Enchente e Inundação	15
Figura 4: Cobertura Verde.....	19
Figura 5: Bacia de Infiltração	20
Figura 6: Parque Alagável na China.....	21
Figura 7: Praça-Piscina.....	22
Figura 8: Calçada Permeável.....	22
Figura 9: Mapa de localização de Lavras-MG	23
Figura 10: Fluxograma de procedimentos técnicos.....	24
Figura 11: Classes de Declividade	25
Figura 12: Histograma dos índices pluviométricos da cidade de Lavras-MG	27
Figura 13: Reportagem	28
Figura 14: Reportagem	28
Figura 15: Reportagem	29
Figura 16: Reportagem	29
Figura 17: Mapa Geológico de Lavras-MG.	30
Figura 18: Mapa Geomorfológico de Lavras-MG.....	31
Figura 19: Mapa Hidrológico de Lavras-MG.....	32
Figura 20: Sobreposição Hidro Geomorfológico de Lavras-MG.....	32
Figura 21: Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Lavras-MG.....	33
Figura 22: Mapa Litológico de Lavras-MG.	34
Figura 23: Mapa das áreas suscetíveis à inundação em Lavras-MG.....	35
Figura 24: Bairro Esplanada e Avenida Perimetral	36
Figura 25: Conjunto Habitacional Água Limpa	36
Figura 26: Bairro São Camilo e Bairro Jardim Floresta.....	37

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Lavras fica localizada na região sul de Minas Gerais. Nos últimos anos a cidade tem tido um crescimento exponencial, assim como todo desenvolvimento de sua infraestrutura. Tal crescimento necessita de um controle da administração municipal a fim de evitar as apropriações inadequadas, principalmente em regiões com suscetibilidade à inundação.

Enchente e inundação possuem definições diferentes para defesa civil. Enquanto a enchente se refere ao período de cheia de um rio, onde a água pode ocupar toda sua região de várzea, e dessa forma, trata-se de uma situação natural; a inundação ocorre quando a água ultrapassa essa região da várzea de um rio e geralmente ocorre devido a precipitações intensas e o aumento do fluxo de água, essa pode ocorrer devido a ações antrópicas na região.

Visto isso, é importante salientar que, de acordo com o Estatuto da Cidade, toda cidade com mais de 20 mil habitantes deve elaborar um Plano Diretor, que são diretrizes municipais de uso e ocupação do solo quanto a construções e suas finalidades. Porém, não é toda cidade em que os cidadãos seguem as diretrizes do plano diretor e assim, fazem uso irregular de uso e ocupações do solo, geralmente em regiões ribeirinhas em que sua ocupação é prévia à existência de tais planos.

Essas regiões ribeirinhas são áreas com maior suscetibilidade a inundações, ou seja, são regiões com grande probabilidade a ocorrência de desastres relacionados à dinâmica hídrica. Entende-se desastres como eventos que podem causar perdas humanas, materiais ou ambientais.

É possível mapear as áreas suscetíveis à inundação dentro de uma cidade, por meio da análise das correlações entre os planos de informação obtidos de estudos do clima, da geologia, da geomorfologia, da vegetação, do tipo de solo e do uso e ocupação do solo. Essa metodologia foi utilizada por Lima, 2010, e é denominada por “análise de multicritério”.

Nessa ótica, o presente trabalho tem por objetivo mapear áreas passíveis a inundações na cidade de Lavras - MG, por meio da análise de multicritérios e elencar

possíveis soluções para o problema em questão, utilizando método semelhante ao adotado por Lima, em sua publicação de 2010.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Hidrologia

De acordo com Oliveira, 2016, a hidrologia é tida como a ciência que estuda a água na Terra, sua ocorrência, circulação, distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua relação com o meio ambiente.

No ciclo da água, esquematizado na Figura 1 mostra as águas transpiradas pelas plantas e evaporadas no oceano se condensam e precipitam no formato de chuva, que descem pelos rios e lagos. O autor do livro traz o conceito de ciclo da água como a movimentação de forma contínua em vários ambientes, como por exemplo, os rios e córregos.

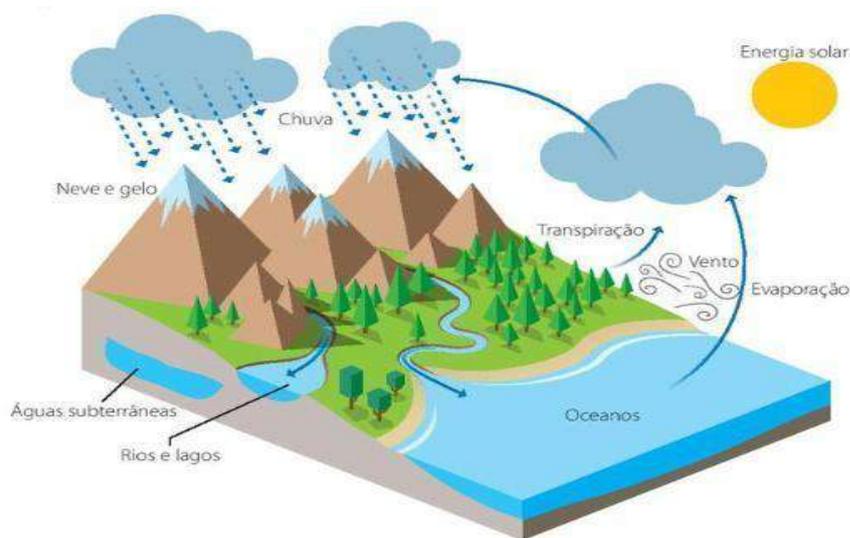


Figura 1: Ciclo da água

Fonte: Oliveira, 2016.

Um rio é uma corrente de água que deságua no mar, em lagos ou em outro rio. Esse por sua vez, possui em suas encostas as chamadas várzeas, segundo Benatti, 2016, a várzea de um rio é uma área marginal inundada periodicamente pelas águas de rios, lagos, [...]. Tais conceitos são importantes para a definição a seguir.

2.1.1 Bacia Hidrográfica

Oliveira, 2016 define bacia hidrográfica como uma divisão natural de solo que tem grande influência na armazenagem, na movimentação e no destino da água que passa pela superfície terrestre. [...] É uma área para a qual, em virtude do relevo e da geografia, a água da chuva escoar, formando um rio principal e seus afluentes. [...] bacias hidrográficas são como áreas de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída.

As bacias hidrográficas são delimitadas fisicamente pelos chamados divisores de água como mostradas na Figura 2.

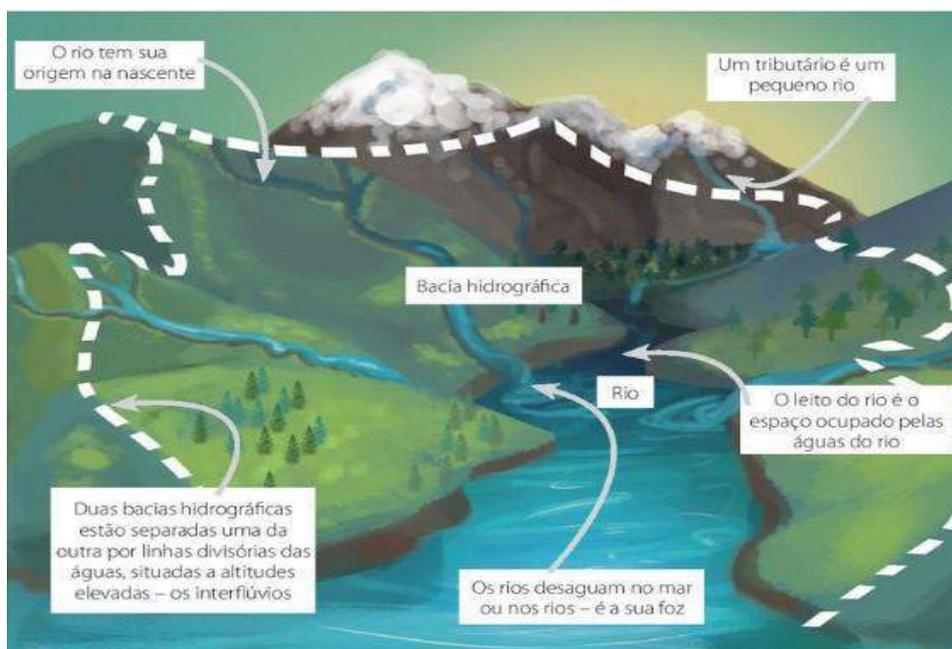


Figura 2: Bacia Hidrográfica

Fonte: Oliveira, 2016.

2.2 Diferenças entre alagamento, enchente e inundação.

Braga, 2016, coloca que alagamento pode ser definido como a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüentemente o acúmulo de água em ruas, calçadas ou infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas. De acordo com Teodoro & Nunes, 2007, “quanto menor a extensão de áreas verdes, menor a infiltração de água no solo, que alimenta os aquíferos suspensos, causando

menor auxílio para o escoamento superficial, as quais poderiam atenuar as causas dos mesmos”.

Pompêo, 2000, coloca que enchentes são “como um fenômeno natural que ocorrem periodicamente nos cursos d’água devido a chuvas de magnitude elevada. [...] em áreas urbanas, podem ser decorrentes de chuvas intensas de longo período de retorno ou devido a transbordamentos de cursos d’água provocados por mudanças de equilíbrio no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas ou ainda, devidas a própria urbanização”.

Já a inundação, de acordo com Braga, 2016, é caracterizada como um fenômeno natural que ocorre quando a vazão a ser escoada é maior que a capacidade de descarga do sistema hídrico.

Com isso, verifica-se que o termo de inundação é o melhor que se aplica no presente trabalho, visto que o estudo se dá em áreas urbanas; Na Figura 3 é possível demonstrar a diferença entre os conceitos apresentados.



Figura 3: Diferenças entre Alagamento, Enchente e Inundação

Fonte: Santana, 2017.

2.3 Uso e ocupação do solo

As Leis de Uso e ocupação do solo são de fundamental importância, pois, de acordo com VAZ, 1996, são elas que normatizam “as construções e definem o que pode ser feito

em cada terreno particular”, ele ainda complementa afirmando que há uma interferência na cidade e na sua economia.

O instrumento utilizado na gestão do espaço urbano é chamado de plano diretor, nela são definidas: as normas de adensamento, expansão territorial, definição das zonas de uso e das redes de infraestrutura para as grandes cidades.

Na verdade, VAZ, 1996, coloca que “a determinação dos tipos de uso muitas vezes acontece em função de usos já consolidados, ou seja, a legislação apenas reconhece esses usos”.

Porém, o uso e ocupação do solo também possui uma interferência ambiental, já que as mesmas propõem uma porcentagem de área permeável e também está sujeita a Leis do código florestal como a Lei nº 12.651/2012 que se refere a Área de Preservação Permanente – APPs.

Essa, por sua vez, é definida como “Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

2.4 Sensoriamento Remoto

De acordo com Florenzano, 2011, o sensoriamento remoto é “a tecnologia que permite obter imagens – e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície”.

A origem do sensoriamento remoto surge com a fotografia aérea. Com os avanços militares, essa ciência desenvolveu-se até o uso de satélites. Atualmente é mais comum o uso de imagens via satélite, onde, além das imagens é possível vincular informações.

As imagens via satélite são compostas por pixels, e cada um desses pixels consegue guardar dados e informações (entende-se como informação um conjunto de dados), por fim formando um sistema de informação geográfica – SIG.

O SIG, de acordo com Fan & Collischonn, 2013, possui uma “capacidade de geração de banco de dados espaciais e processamento das informações”, ainda é completado que o

SIG elimina qualquer “dificuldade de obtenção da descrição espacial detalhada na região de estudo”.

Visto isso, é importante destacar que existem diversos softwares que fazem uso do SIG para os mais diversos estudos, como o ArqGIS e o QGIS. Esses, por sua vez, permitem ao usuário a criação de mapas usando a sobreposição de informações.

Existem duas formas de trabalhar com o SIG no QGIS: raster ou shapefile. O raster é uma forma matricial de pontos (pixels) que formam uma imagem, em cada pixel é possível atribuir diversas informações como tipo de solo ou de rocha, localização UTM, altitude. Já o modelo shapefile, são vetores baseados em pontos, linhas e polígonos.

Cabe salientar que o próprio programa consegue transformar raster para shapefile e vice versa, além exportar para outras extensões como .dmg e .kml.

2.5 Análise de multicritério.

De acordo com Reis & Schramm, 2022: “A análise de multicritério é um ramo de pesquisa operacional que trata de problemas de decisão, cuja característica principal é a existência de múltiplos critérios de decisão, sendo alguns deles conflitantes entre si.”.

2.5.1 Precipitação

De acordo com Lima, 2010, “para o estudo das inundações, o foco da análise climática está relacionado diretamente à questão dos índices de precipitação considerando sua distribuição espacial e temporal”. Afinal, é a chuva que provoca a ocorrência de inundações.

2.5.2 Geologia

No trabalho de Vedovello, 1996, é colocada a importância das caracterizações geológicas, pois “tanto no estudo de movimento de massas quanto na ocorrência das inundações, se dá pelo fato de que diferentes rochas podem demonstrar comportamento distinto sob a ação do intemperismo, dando origem a variados tipos de solos e sedimentos”. Lima, 2010, ainda complementa dizendo que “esses fatores influenciam bastante da dinâmica hídrica, no que se refere à capacidade de absorção da água e escoamento superficial do excedente”.

2.5.3 Geomorfologia

A geomorfologia é a parte da geografia que se faz o estudo do terreno quanto suas elevações e principalmente suas declividades. Informação essa de suma importância para o trabalho visto que a cidade de Lavras se encontra em região com grandes declividades.

2.5.4 Vegetação e Uso e Ocupação do Solo

O estudo da cobertura vegetal assim como a ocupação do solo é de suma importância, pois ela está diretamente relacionada com a permeabilidade do solo em períodos de chuva.

2.5.5 Solo

O estudo do solo possui a mesma relevância quanto a geologia, pois é através dele que ocorre a medição de infiltração do solo em períodos de chuva. No estudo apresentado por Lima, 2010, é colocado que “haverá uma elevação mais rápida do lençol próximo ao canal, aumentando também a vazão do mesmo. Os fundos de vales recobertos por solos profundos e bem drenados favorecem o fluxo subsuperficial, ao passo que solos rasos e mal drenados incrementam o escoamento superficial”.

2.6 Cidades Esponjas

O conceito de cidade-esponja, ou esponja-urbana, refere-se ao desenvolvimento urbano sustentável, o que inclui o controle de enchentes, conservação de água, melhoria da qualidade da água e proteção do ecossistema natural presente. Assim a cidade funciona como uma esponja, absorvendo, armazenando, escoando e purificando a água da chuva, podendo reutilizá-la quando necessário.

De acordo com Dias, 2010, dentre as estratégias utilizadas nas cidades esponja estão o uso de coberturas verdes, bacias de infiltração ou zonas de lago, parques alagáveis, praças-piscina, vegetações nativas voltadas para absorção d'água, pavimentação permeável e fomento da biodiversidade local.

Assim, é possível notar que o conceito de cidade-esponja aborda que o desenvolvimento urbano deve ter uma abordagem mais holística e sustentável, e assim criar áreas que absorvem grandes quantidades de água e retenham-na até que possa ser lentamente devolvida ao meio ambiente.

2.6.1 Coberturas Verdes

Foreiro, 2019, conceitua que uma cobertura verde, ou cobertura viva, consiste em toda instalação vegetal sobre uma estrutura construída como mostrado na Figura 4.



Figura 4: Cobertura Verde

Fonte: ZinCo Green Roof Systems, 2023.

As coberturas verdes foram desenvolvidas para auxiliar na retenção da água da chuva, diminuindo os problemas de cheias e inundações em chuvas excessivas. Contudo, a instalação de coberturas verdes trazem outros benefícios como a melhoria da qualidade do ar no ambiente de instalação, reduzir os efeitos das ilhas de calor nos centros urbanos, conforto psicológico criado pela sensação de biofilia, além de melhoria na resistência acústica das estruturas e maior eficiência energética das edificações de acordo com Caldas, 2020.

Contudo, apesar dos diversos benefícios, as coberturas verdes possuem algumas desvantagens relacionadas à instalação e a necessidade de manutenção e reforço na laje. Fogueiro, 2019, aborda em seu estudo a necessidade de escolher plantas adaptadas ao clima do ambiente de instalação, além é claro de revistas periódicas na estrutura para verificar possíveis infiltrações.

2.6.2 Bacias de Infiltração

As bacias de infiltração, conforme demonstrado na Figura 5 são sistemas de drenagem aberta capazes de remover os poluentes das águas pluviais, além de “reduzir o volume de enxurradas e recarregar os reservatórios de águas subterrâneas”, Foreiro, 2019. Posteriormente, os resíduos poluentes captados podem ser removidos ou então decompostos no solo por plantas e micróbios.



Figura 5: Bacia de Infiltração

Fonte: USGS. GOV, 2022.

2.6.3 Parques Alagáveis

Esses parques, conforme demonstrado na Figura 6, foram projetados para serem parcialmente alagados durante alguns meses do ano. Comumente possuem passarelas suspensas, com livre acesso o ano todo aos frequentadores. De acordo com Nguyen, 2020, a parte térrea, alagável, fica intransitável no período de cheias, mas pode ser usados pelos durante o período da seca.



Figura 6: Parque Alagável na China

Fonte: Turenscape, 2015.

2.6.4 Praças-Piscina

Praças-piscina são estruturas urbanas com o intuito de reter as águas pluviais e liberá-las gradativamente, de modo a aliviar o fluxo de água em picos de chuvas intensas. Essas estruturas possuem sistemas de drenagem próprios ou são feitas de materiais permeáveis, possibilitando então a vazão de água.

Muitas dessas praças- piscinas buscam uma integração arquitetônica com o meio urbano em que estão inseridas. Um exemplo é a Praça Benthemplein, Figura 7, na cidade holandesa de Roterdã, na qual possui uma quadra de esporte que auxilia na retenção e vazão de água da chuva.

No Brasil, já tem a implementação das praças-piscina, em São Paulo-SP e Belo Horizonte – MG.



Figura 7: Praça-Piscina

Fonte: Pascale Pfann, 2021.

2.6.5 Pavimentação Permeável

A pavimentação permeável como mostrado na figura 8, fornece o suporte estrutural de um pavimento tradicional, porém possuem a superfície porosa, permitindo assim a passagem da água.

Destaca-se que a partir do momento que a água é absorvida pela pavimentação permeável, ela passa pela por outra camada permeável de granulometria menor e escorre para filtros ao longo da área permeável que encaminha a água decorrente das chuvas para córregos e rios, segundo Caldas, 2020.



Figura 8: Calçada Permeável

Fonte: Normand Lemieux, 2020.

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado na cidade de Lavras-MG - Lat 21°14'43"S, Long 44° 59'59"O, Alt 919m, com precipitação média anual de 1530mm. O foco do presente trabalho se dá principalmente no seu centro urbano local esse, quando comparado a zonas rurais, está mais sujeito a danos causados pelas chuvas. Na Figura 9 (ANEXO I) se tem a cidade em vermelho e seu centro urbano em amarelo, onde foi o objeto do estudo.

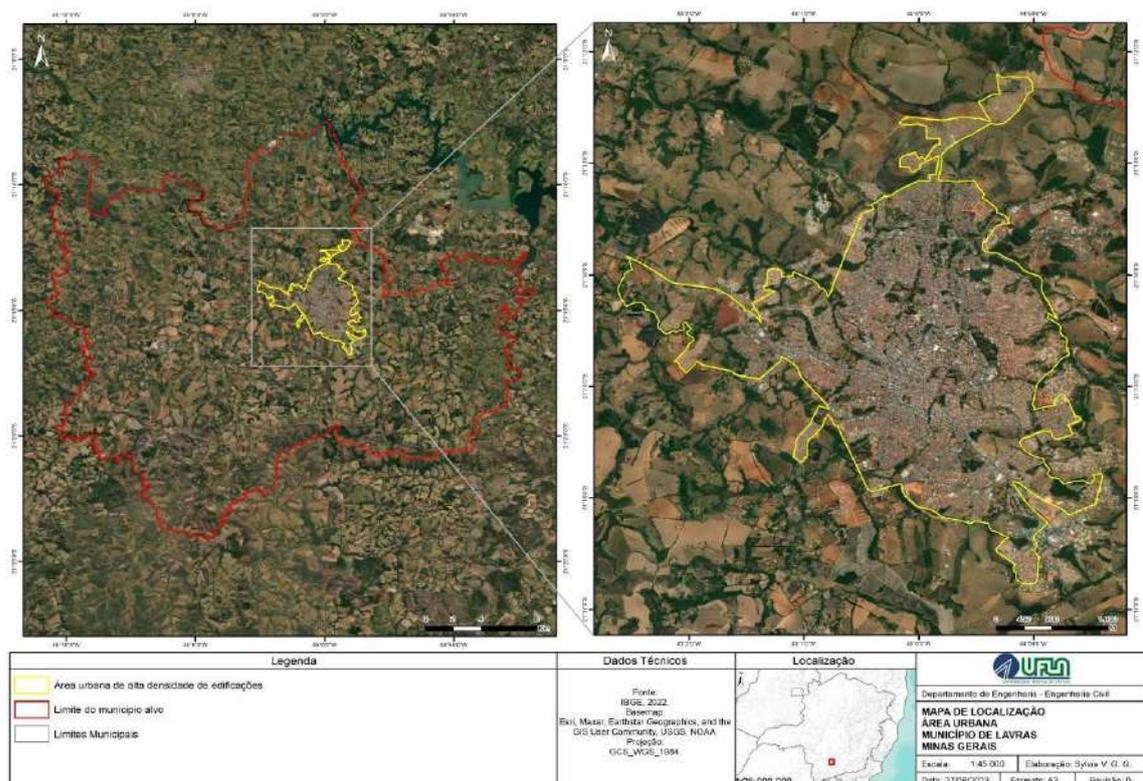


Figura 9: Mapa de localização de Lavras-MG

Fonte: Autora, 2023.

A metodologia aplicada no presente estudo seguiu as bases teóricas de Luís Marcelo Martins de Lima em seu estudo sobre inundação na bacia hidrográfica Arroio do Salso e Porto Alegre – RS, de 2010. Nela, há a identificação de macro elementos que compõem e atuam sobre o município de Lavras-MG; são considerados processos climáticos, antropológicos, geológicos, geomorfológicos, estudo da cobertura vegetal e os tipos de solo. Trata-se, portanto, de um estudo criterioso de vários fatores, como mostradas na Figura 10 (fluxograma adaptado) a seguir.

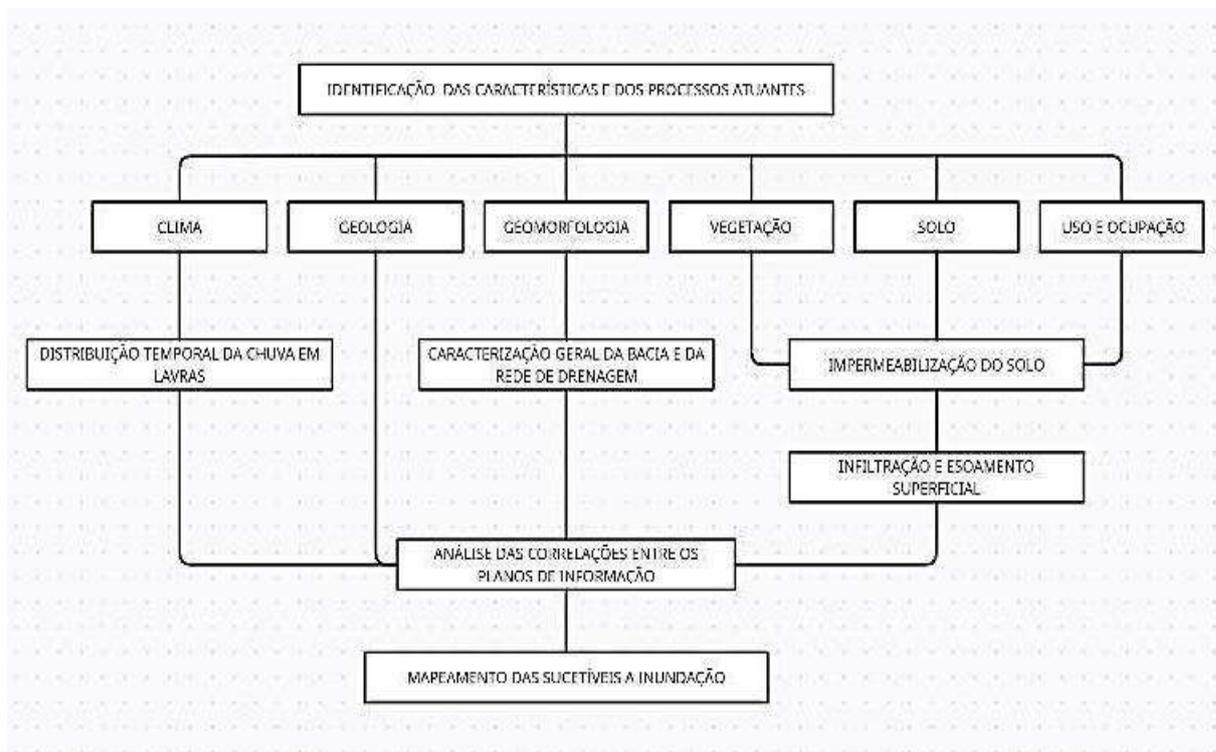


Figura 10: Fluxograma de procedimentos técnicos.

Fonte: Lima, 2010 - Adaptado.

Conforme pode ser observado, todos esses fatores possuem influenciar sobre a dinâmica hídrica de um local. Porém, serão tratadas de forma separada para posteriormente haver uma análise de multicritério - sobreposição dos mapas, e assim, ser possível visualizar, no mapa, as áreas de interesse.

É visto que cada camada vetorial abrange diferentes informações. Na análise de multicritério, essas camadas vetoriais devem ser transformadas em camadas matriciais, atribuindo a cada pixel do vetor uma informação em forma de valores normalizados dentro de uma escala, para que então, possa ser feita uma sobreposição das camadas, e por fim, feita uma sobreposição de mapas e dados (uma média ponderada entre os valores atribuídos a cada pixel).

Para se chegar a esses valores, é necessário fazer um estudo caso a caso e posteriormente, faz-se uma média desses valores para se chegar ao valor final, esse valor é colocado no pixel e é gerada uma escala de cores para a elaboração do mapa final, em Figura 23.

3.1 Precipitação

Os índices pluviométricos são feitos através do site da INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), trata-se de um site de informações públicas. Nele há várias estações de monitoramento pluviométrico no país, porém, por se tratar de uma área de estudo pequena, apenas uma estação de monitoramento foi considerada no trabalho, a 83687 Lavras-MG. Essa estação se encontra na UFLA, e foram, então, considerados os mesmos índices pluviométricos para a região inteira.

3.2 Geologia

O raster, camada vetorial do QGIS, utilizado na análise de dados, foi fornecido pelo site da EMBRAPA, que fornece dados de bases públicas em grandes escalas. Trata-se de um geoserviço gratuito fornecido pela empresa.

3.3 Geomorfologia

Os dados usados foram importados do ASF Data Search, um satélite em desuso do Alasca, cujos dados estão disponíveis através da NASA EarthData. Os dados foram importados como arquivo raster para o programa QGIS. Esse, por sua vez, é capaz de calcular todas as declividades ao longo de todo o território estudado.

No presente trabalho foi utilizada às classes de declividade sugeridas pelo EMBRAPA para abranger melhor o território estudado, mostrado na Figura 11.

Declividade (%)	Relevo
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave-ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte-ondulado
45 - 75	Montanhoso
>75	Forte-montanhoso

Figura 11: Classes de Declividade

Fonte: Embrapa, 1979.

Junto ao estudo de geomorfologia, foi obtido o raster da hidrologia local, esse, disponível no site do IBGE.

3.4 Vegetação e Uso e Ocupação do Solo

Essas informações também foram importadas do ASF Data Search, cujos dados foram importados como arquivo raster para o QGIS.

3.5 Solo

O raster, camada vetorial do QGIS, utilizado na análise de dados foi fornecido pelo site da EMBRAPA.

3.6 Análise de multicritérios

Após captação de todos os dados, foi realizada a análise de multicritérios, de acordo com a metodologia de Lima, 2010. O intuito é fazer uma análise individual para posteriormente realizar a sobreposição das informações na análise de multicritério.

Foi utilizado o programa QGIS para fazer a análise, nele é possível acessar uma tabela de atributos dos rasters e criar uma nova qualificação e atribuir cores, e critérios de acordo com objetivo do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No trabalho apresentado, deve-se considerar que os critérios analisados para a problemática trabalhada não são conflitantes entre si, mas na verdade se complementam e, inclusive, podem se somar e aumentar a probabilidade de um desastre acontecer num período de chuva.

4.1 Precipitação

Foram considerados os mesmos índices pluviométricos para toda região de Lavras – MG. É dado um foco maior na década de 2012 a 2022 já que há registros de grandes danos causados por chuvas nestes anos: 2012, 2016, 2017 e 2022. Essas chuvas estão representadas na Figura 12.

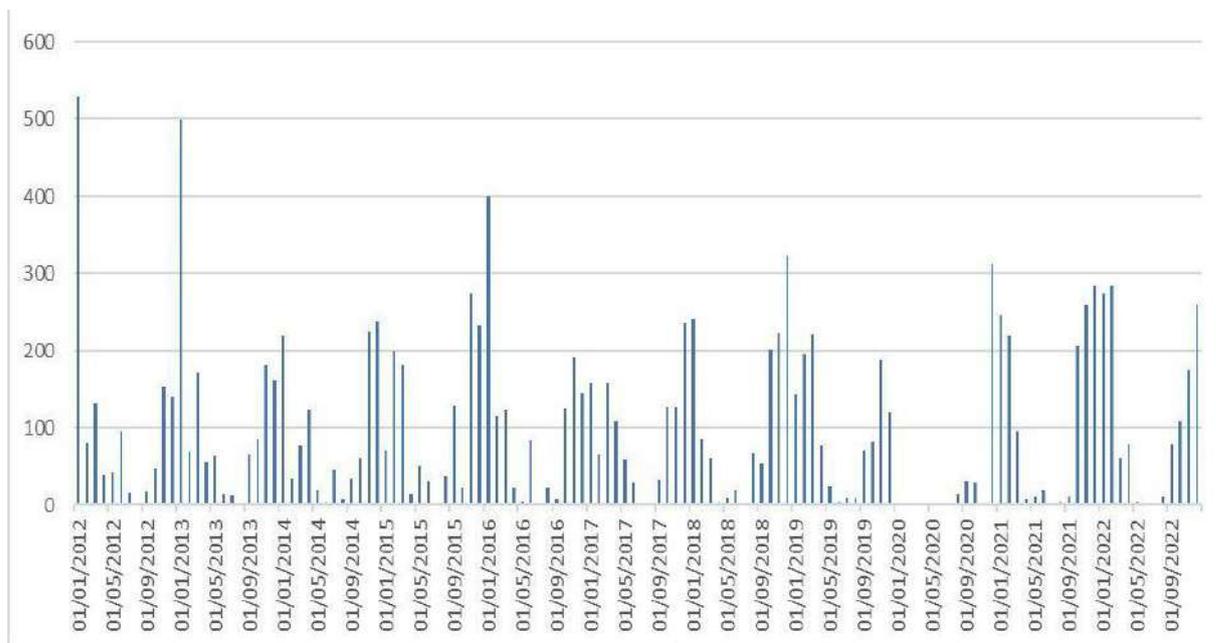


Figura 12: Histograma dos índices pluviométricos da cidade de Lavras-MG

Fonte: INMET, 2023 - Adaptado.

A imagem acima é um histograma que mostra os índices pluviométricos da cidade de Lavras- MG. É possível observar que se trata de chuvas atípicas visto que a com precipitação média anual é de 1530mm.

Cabe observar, que nesses anos, houve chuvas desastrosas, de acordo com as reportagens locais, apresentadas nas Figuras 13,14,15 e 16, a seguir.

Chuvas provocam enchentes durante a madrugada em Lavras

 Curtir 0

 Compartilhar

 Tweetar

Da redação | 09/01/2012 - 15:30:41

Figura 13: Reportagem

Fonte: Varginha Online, 2012.

Temporal provoca inundações em Lavras

Publicado em 13/12/2016



Avenida JK (Fotos de whatsapp)

Figura 14: Reportagem

Fonte: Lavras, 2016.

Temporal provoca alagamento de 70 casas em Lavras

De acordo com o Corpo de Bombeiros foram três cortes de árvores e eles foram acionados para 18 pontos de inundação

Por Natália Oliveira Publicado em 19 de março de 2017 | 13h43 - Atualizado em 29 de março de 2017 | 12h54

Figura 15: Reportagem

Fonte: O TEMPO, 2017.

Publicada em: 14/11/2022 15:12 - Atualizada em: 14/11/2022 17:33

Temporal derruba árvore no centro de Lavras e provoca inundação em pontos da cidade - veja vídeos e fotos

A chuva que caiu derrubou árvore e transbordou ribeirão no bairro Baunilha e também próximo ao Viva Vida



Ribeirão transbordou e arrastou veículos e invadiu casas e comércio

Figura 16: Reportagem

Fonte: Jornal de Lavras, 2022.

Porém, como existe apenas uma estação meteorológica, os dados acabam se tornando homogêneos, com isso não é possível analisar diferentes regiões da cidade com maior ou menor probabilidade de chuvas ou inundações. Sendo assim, foi considerada a mesma informação para toda a região, com isso, esse dado não será usado no estudo que se segue.

4.2 Geologia

Na Figura 17 (ANEXO II) é mostrado o mapa litológico da região da cidade de Lavras, obtido no site na EMBRAPA e processado no QGIS.

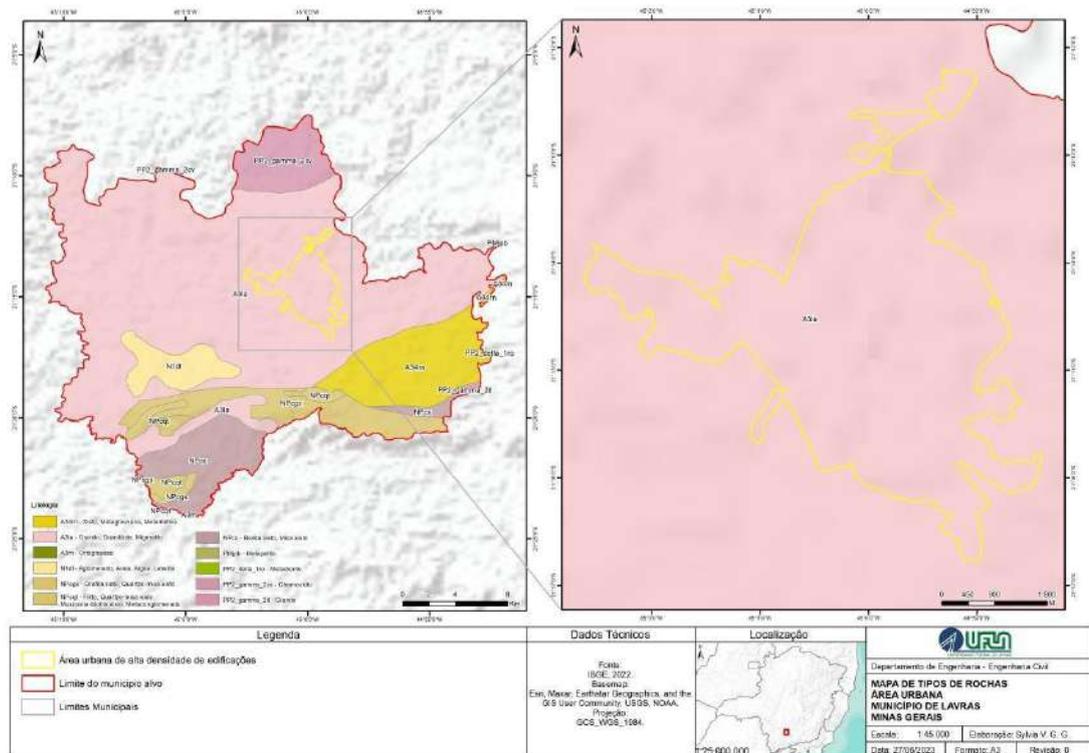


Figura 17: Mapa Geológico de Lavras-MG.

Fonte: Autora, 2023.

A imagem acima mostra a predominância do tipo de rocha: Granito, Granitóide, Migmatito; em toda extensão do centro urbano de Lavras. Novamente, devido à homogeneidade dos dados, não foi possível utilizá-los na análise de multicritério, uma vez que essa informação torna-se irrelevante no estudo.

4.3 Geomorfologia

Dado o raster obtido, foi elaborado o mapa que se apresenta abaixo. A Figura 4.3.1 mostra as declividades em porcentagem dentro do centro urbano de Lavras-MG. As regiões com maior declividade estão sendo representadas pela cor vermelha ou marrom, enquanto as regiões com menos declividades estão sendo representadas pelas cores azul ou verde.

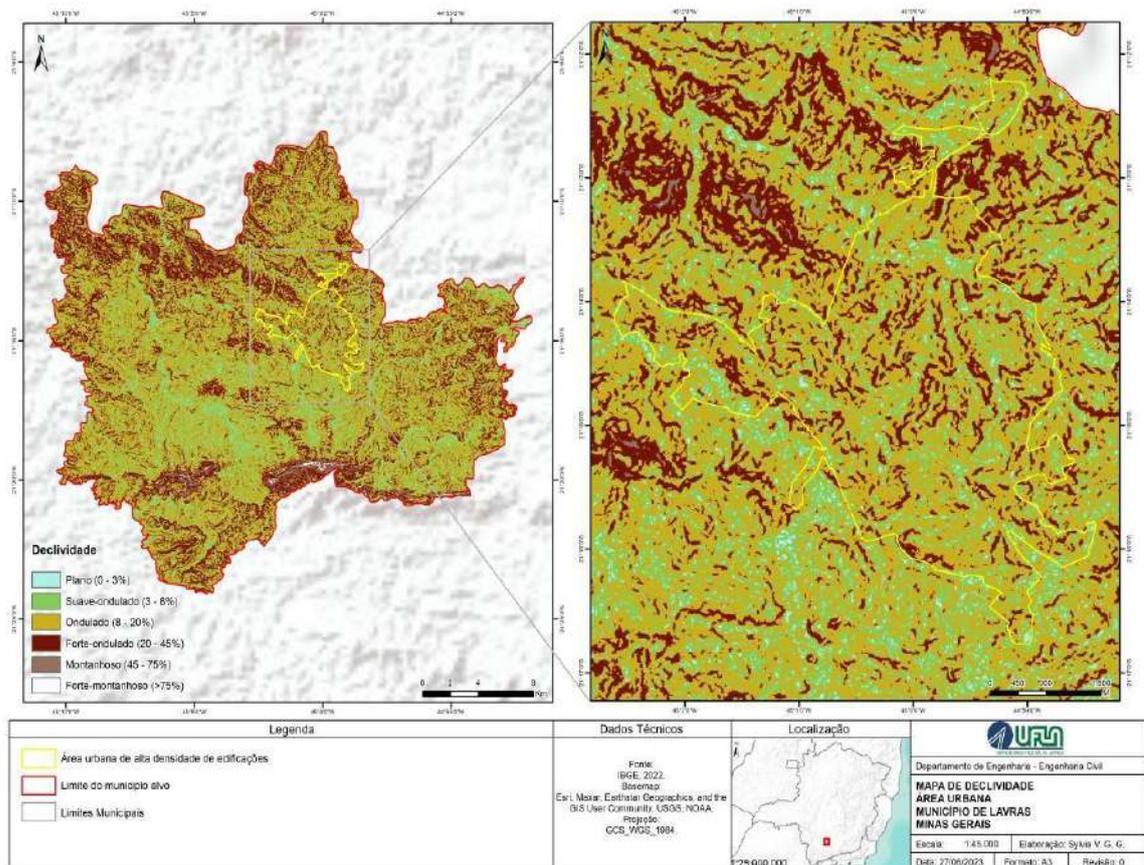


Figura 18: Mapa Geomorfológico de Lavras-MG

Fonte: Autora, 2023.

Cabem salientar que as regiões com menor inclinação são aquelas que possuem maior tendência ao acúmulo de água em casos de chuvas fortes. Já as áreas de maior inclinação tendem que haja o escoamento da água.

É interessante observar ainda, que no mapa de declividades é possível fazer uma correlação com o mapa das bacias hidrográficas, representada na Figura 19 (ANEXO III). Essa por sua vez, foi obtida através do site do IBGE.

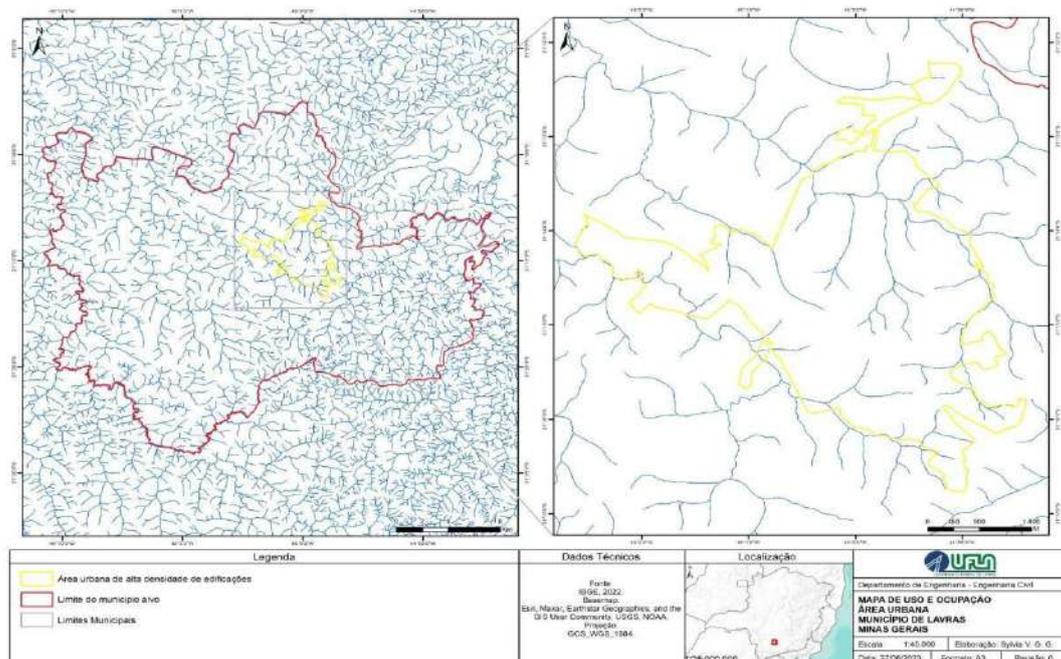


Figura 19: Mapa Hidrológico de Lavras-MG

Fonte: Autora, 2023

É notório que a região de predominância de cores frias no mapa de declividade, ou seja, onde há menor declividade, é a mesma onde há a presença de rios ou córregos como na sobreposição que se segue na Figura 20 (ANEXO IV).

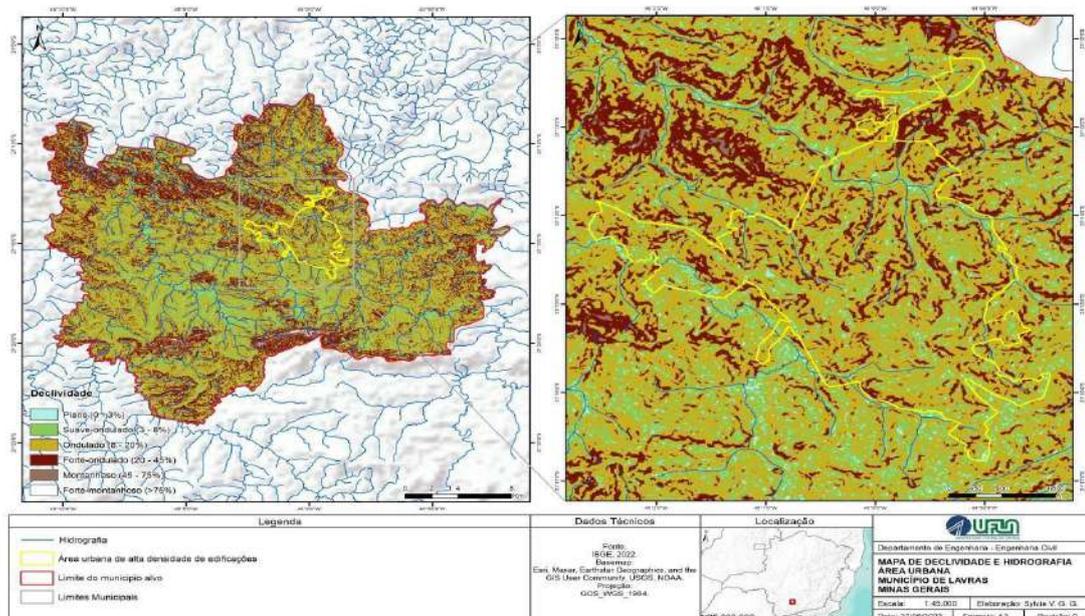


Figura 20: Sobreposição Hidro Geomorfológica de Lavras-MG

Fonte: Autora, 2023

Percebe-se uma menor inclinação geomorfológica nas mesmas regiões de várzea, isso se dá, pois essas regiões tendem naturalmente a sofrer com períodos de enchente ou até mesmo inundação.

4.4 Vegetação e Uso e Ocupação do Solo

O estudo apresentado destinou um foco maior nas áreas urbanas já que essas estão mais sujeitas a desastres e porque o centro urbano trás consigo uma área impermeável, onde há o acúmulo de água das chuvas. A Figura 21 (ANEXO V) mostra toda extensão de Lavras-MG, como sua zona rural e seu centro urbano.

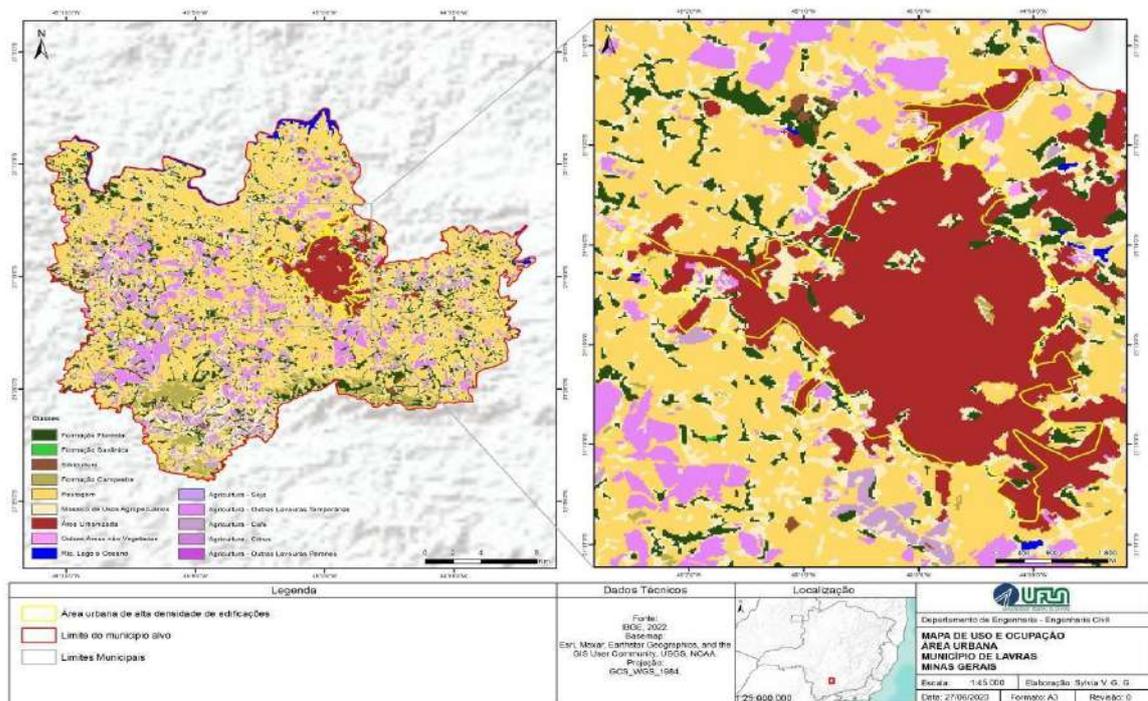


Figura 21: Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Lavras-MG

Fonte: Autora, 2023.

4.5 Solo

Foi usado o raster na análise de dados fornecido pelo site da EMBRAPA, este, por sua vez fornece dados de bases públicas em grandes escalas. Foi assim, elaborado a Figura 22 (ANEXO VI).

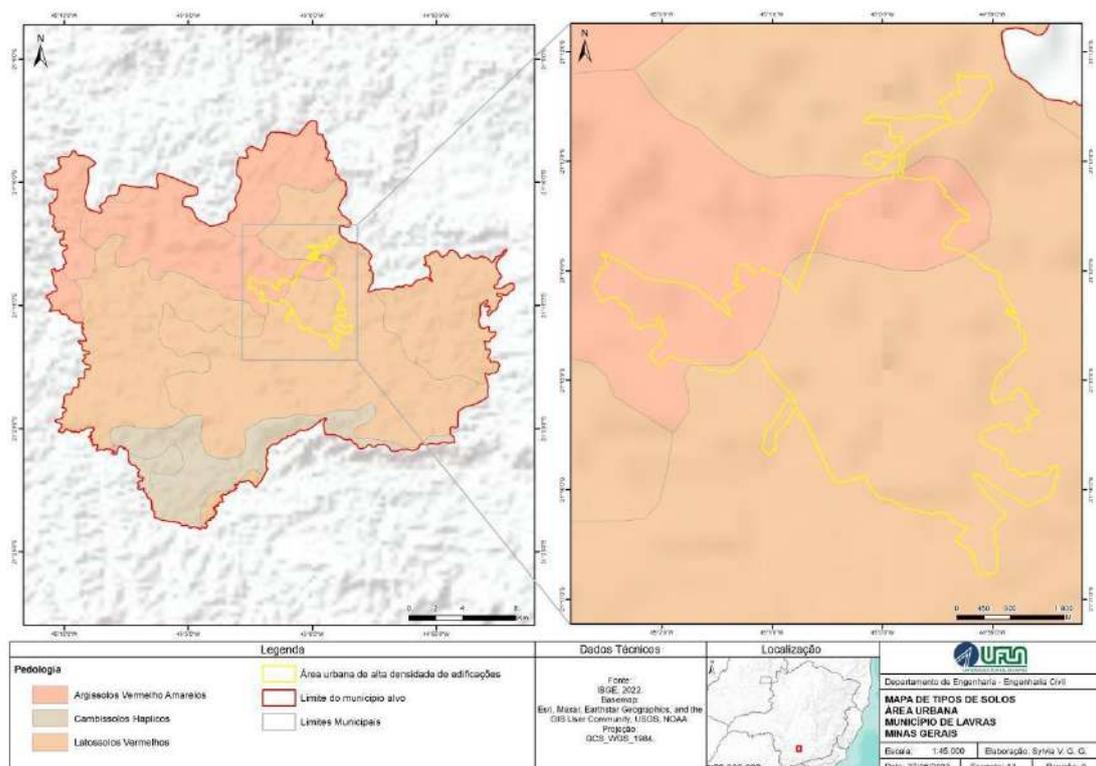


Figura 22: Mapa Litológico de Lavras-MG.

Fonte: Autora, 2023.

O mapa acima apresenta os solos predominantes em toda região de Lavras: Latossolos Vermelho Escuro, Argissolo Vermelho-Amarelo, e Cambissolo Háplico Tb. Esses solos, de acordo com Silva, 2018, possuem uma drenagem classificada como Bem drenados. Novamente, os dados se tornam homogêneos, e com isso, não puderam ser considerados na análise de multicritério.

4.6 Resultados da Análise de Multicritério

Alguns dos critérios apresentados foram descartados no estudo devido à homogeneidade das informações. Isso se dá devido ao espaço de estudo ser muito pequeno diferente de Lima, 2010, que fez o mesmo estudo considerando toda uma bacia hidrográfica.

Eram esperados resultados diferentes desses mostrados no presente trabalho. Primeiramente, quanto à quantidade de chuvas, É importante destacar que a estação meteorológica se encontra na área da UFLA, onde se pode supor que o comportamento

atmosférico é diferente do apresentado no centro da cidade, por se tratar de uma área de mais arborizada.

Em seguida, quanto à geologia e geomorfologia, dados esses obtidos no site da EMBRAPA, mostra a necessidade de maior quantidade de pesquisas na área de solos na região.

Porém, ainda foi possível fazer uma análise das regiões suscetíveis à inundação considerando o uso e a ocupação do solo, a hidrografia e a geomorfologia da região. Para isso, foi feita uma sobreposição das informações, como mostrados na Figura 4.3.3, usado o QGIS, e a mesma ferramenta foi usada para indicar as áreas com maior probabilidade à inundação como mostrado na Figura 4.6 (ANEXO VII).

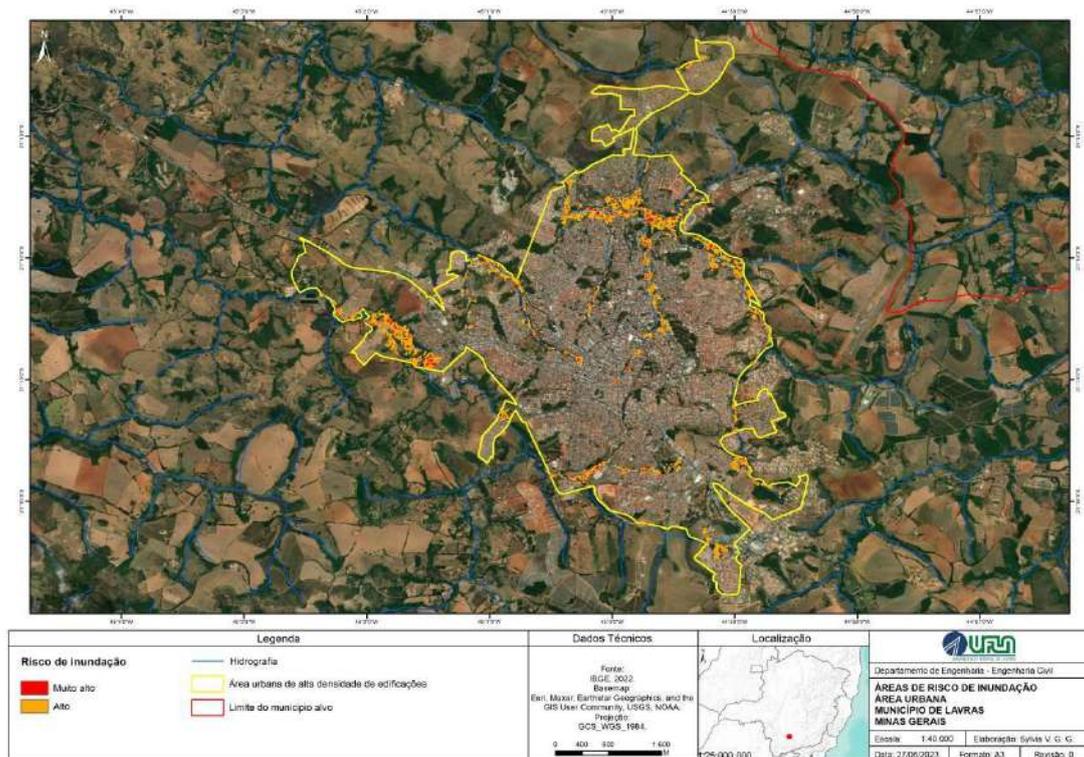


Figura 23: Mapa das áreas suscetíveis à inundação em Lavras-MG.

.Fonte: Autora, 2023.

As áreas apresentadas em vermelhos são aquelas com altíssima probabilidade de inundação enquanto as áreas indicadas em laranja são aquelas com alta probabilidade de inundação em períodos de chuva.

4.7 Uso de recursos das cidades esponja

Dado o levantamento apresentado Figura 23, foi feita uma aproximação das áreas vermelhas conforme as Figuras 24, 25 e 26 a seguir.



Figura 24: Bairro Esplanada e Avenida Perimetral

Fonte: Autora, 2023.

É de conhecimento da população local que essas áreas alagam com frequência, sendo conhecidos pela área da Estação.

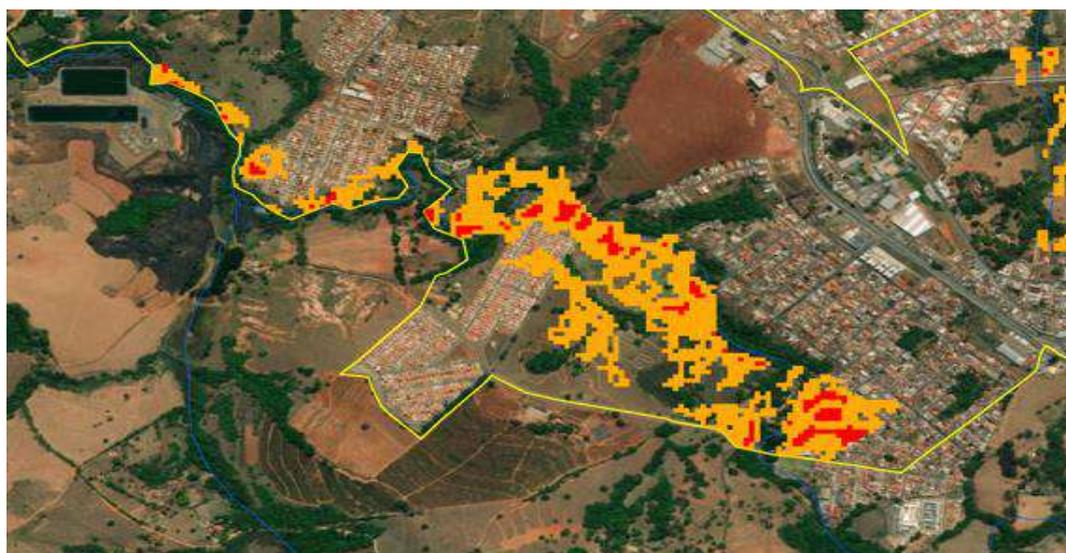


Figura 25: Conjunto Habitacional Água Limpa

Fonte: Autora, 2023.



Figura 26: Bairro São Camilo e Bairro Jardim Floresta

Fonte: Autora, 2023.

As Figuras 25 e 26 retratam bairros mais novos e como esses estão a margem da cidade, possuem espaços que permitam de forma mais fácil a intervenção pública no intuito de prevenir desastres causados por chuvas.

Dessa forma, fica visível às áreas que necessitam de intervenção pública como a implementação de tecnologias contingentes com as cidades esponjas. Dentre elas, as praças-piscina, já que essas vêm se desenvolvendo no Brasil, e criam um espaço de lazer para a população local.

5. CONCLUSÃO

Não foi possível usar a análise multicritério em sua totalidade, pois, uma vez que os dados foram homogêneos em sua maioria, acabaram por serem descartados.

Ainda assim, a análise de multicritério é eficaz para regiões maiores principalmente no estudo de bacias hidrológicas. Mas, apesar das poucas informações, ainda foi possível mapear as regiões com maior probabilidade de inundações, destacando-se regiões de altíssima e alta probabilidade de inundações.

Esse tipo de estudo é importante para que prefeituras tomar medidas preventivas com a finalidade de evitar desastres causados pelo excesso de chuvas.

Visto isso, é necessário salientar que muitas cidades no mundo conseguem prevenir tais desastres com a adoção de práticas das cidades esponjas.

REFERÊNCIAS

BALDWIN, E.; **An Architect's Guide To: Green Roofs**. Architizer, 2010.

BENATTI, J. H.; **Várzea e as populações tradicionais: A tentativa de implementar políticas públicas em uma região ecologicamente instável**. Brasília: IPEA, 2016.

BRAGA, J.O.; **Alagamentos e inundações em áreas urbanas: Estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF**. Monografia (Bacharel em Geografia) – Universidade de Brasília, 2016.

BRASIL. **Lei 12.651/2012**. Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF: Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios – TJDFT, 2012.

CALDAS, L.R.; **Enfrentando inundações urbanas: 7 soluções para cidades-esponja**. ArchDaily, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Disponível em: geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Abrasil_solos_5m_20201104. Acesso em: 15 de Maio de 2023.

FAN, F. M.; COLLISCHONN, W. **Integração do modelo MGB-IPH com sistema de informação geográfica**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.19, n.1, p. 243-254. 2013.

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FOGEIRO, Jéssica Simões. **Cidade Esponja: aplicação do conceito e métodos no bairro marechal gomes da costa, porto**. 2019. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura Paisagista, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2019.

INSTITUTO NACIONAL METEOROLÓGICO – INMET. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 15 de Maio de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 de Maio de 2023.

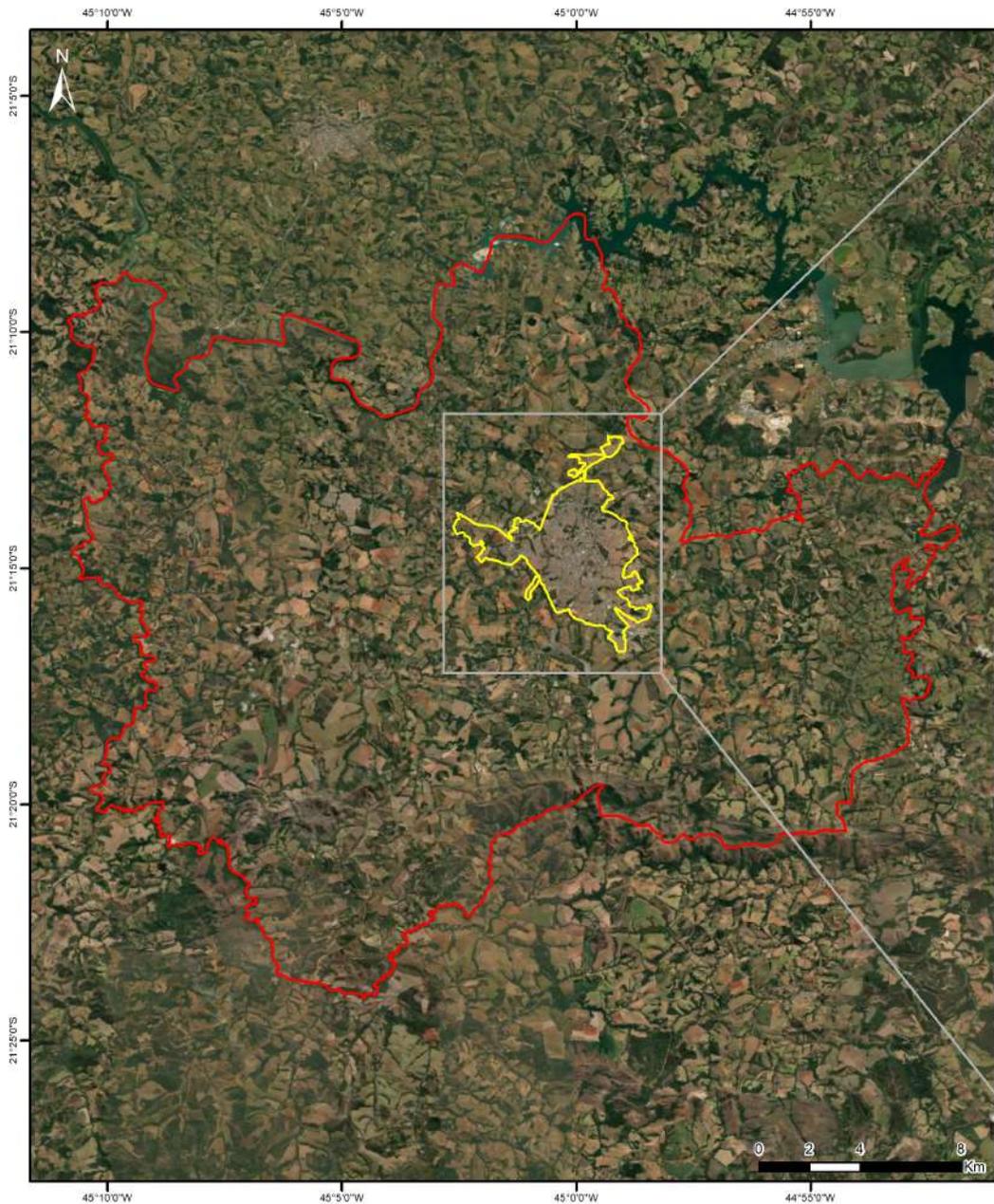
LIMA, M. M. **Mapeamento da suscetibilidade à inundações na bacia hidrográfica Arroio do Salso, Porto Alegre – RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

MÉDICI, D. MACEDO, L.; **Cidades-esponja: conheça iniciativas pelo mundo para combater enchentes em centros urbanos**. G1, 2020.

NASA – EARTHDATA. Disponível em <https://search.asf.alaska.edu/#/?zoom>. Acesso em: 15 de Maio de 2023.

NGUYEN, T. T.; **Implementation of a specific urban water management**. Revista Science of Total Environment. v. 652, p.147-162, 2019.

- OLIVEIRA, D. B.; **Hidrologia**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- PFANN, P.; **Praça-piscina: solução eficaz para evitar alagamentos**. Fact Mundi, 2021.
- PINTO, L.V.A; **Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente**. Revista CERNE, v.11, n.1, p. 49-60. 2005.
- POMPÊO, C.A.; **Drenagem urbana sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.5, n:1, p. 15-23, 2000.
- REIS, A.C. B., SCHRAMM, V. B.; **Guia para Aplicação da Análise Multicritério em Análise de Impacto Regulatório (AIR) no INMETRO**. Projeto de Melhoria da Qualidade Regulatória – PN 15.2099.8-019.00. Brasília, 2022
- SANTANA, M.S.; **Processos hidrológicos: Inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na geração de áreas de risco**. Curso de Capacitação de Técnicos Municipais para Prevenção e Gerenciamento de Risco de Desastres Naturais. Vitória, 2017.
- SILVA, E. **Mapamento de solos e uso de algoritmos de aprendizagem em Lavras (MG)**. Tese (Doutorado em Recursos Ambientais e Uso da Terra). Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciências do Solo. Lavras, 2018.
- TEODORO, P. H. M; NUNES, J.O.R. **Os alagamentos em Presidente Prudente – SP: um trabalho interdisciplinar embasado no mapeamento geológico**. Revista Formação, v.2, n. 17, p. 81-102. 2007.
- Upper Midwest Water Science Center. **Infiltration basin on airport road in Middlenton, Wis**. USGS, 2016
- VAZ, J. C. **Legislação de uso e ocupação do solo**. Dicas Polis-Ildesfes – Ideias para ação municipal. 1996, n.70.
- VEDOVELLO, R. **Carta de Risco a Movimentos de Massa e Inundação do Município de São Sebastião, SP**. São Paulo: Instituto Geológico/ Secretaria do Meio Ambiente, 1996.

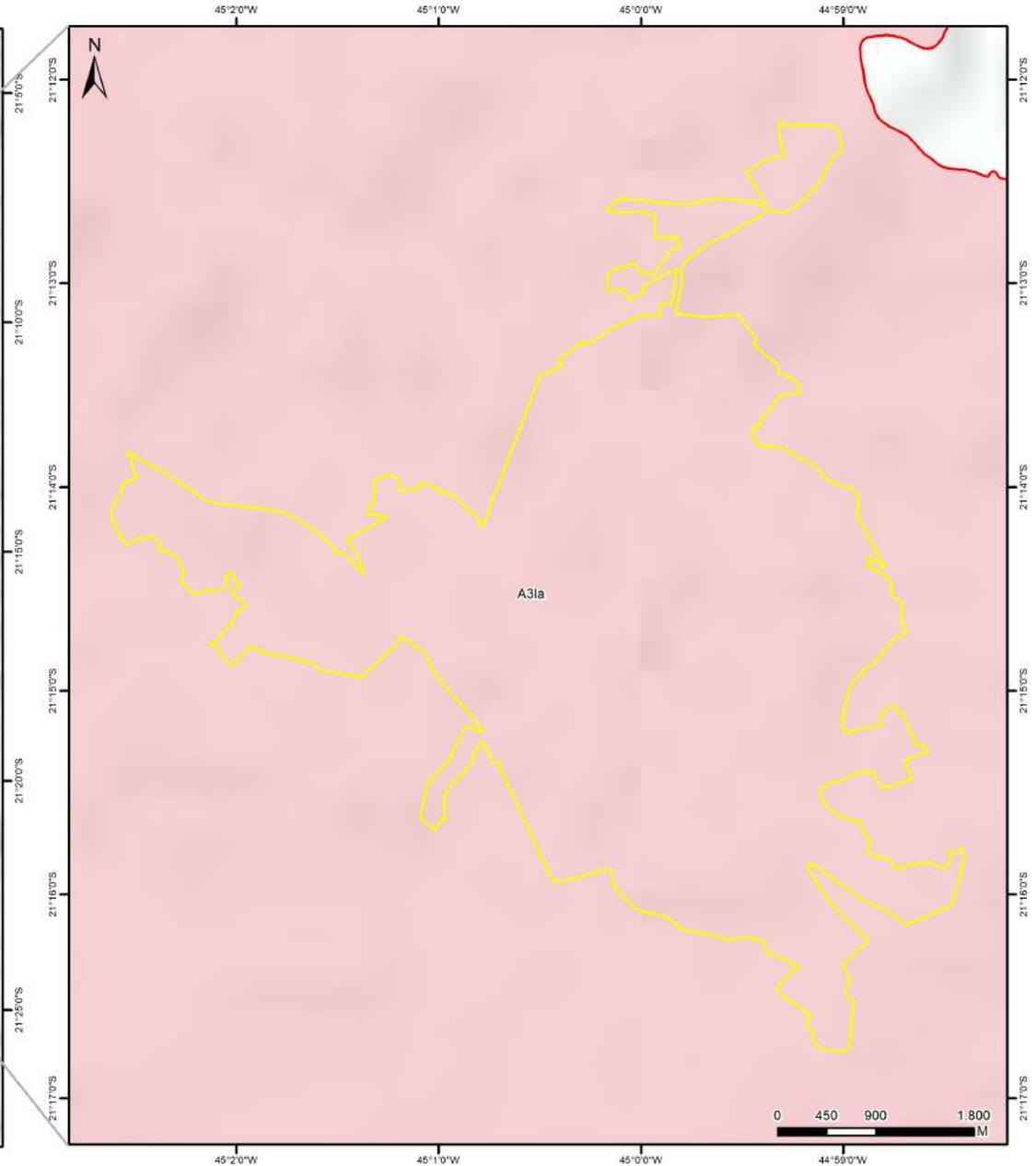
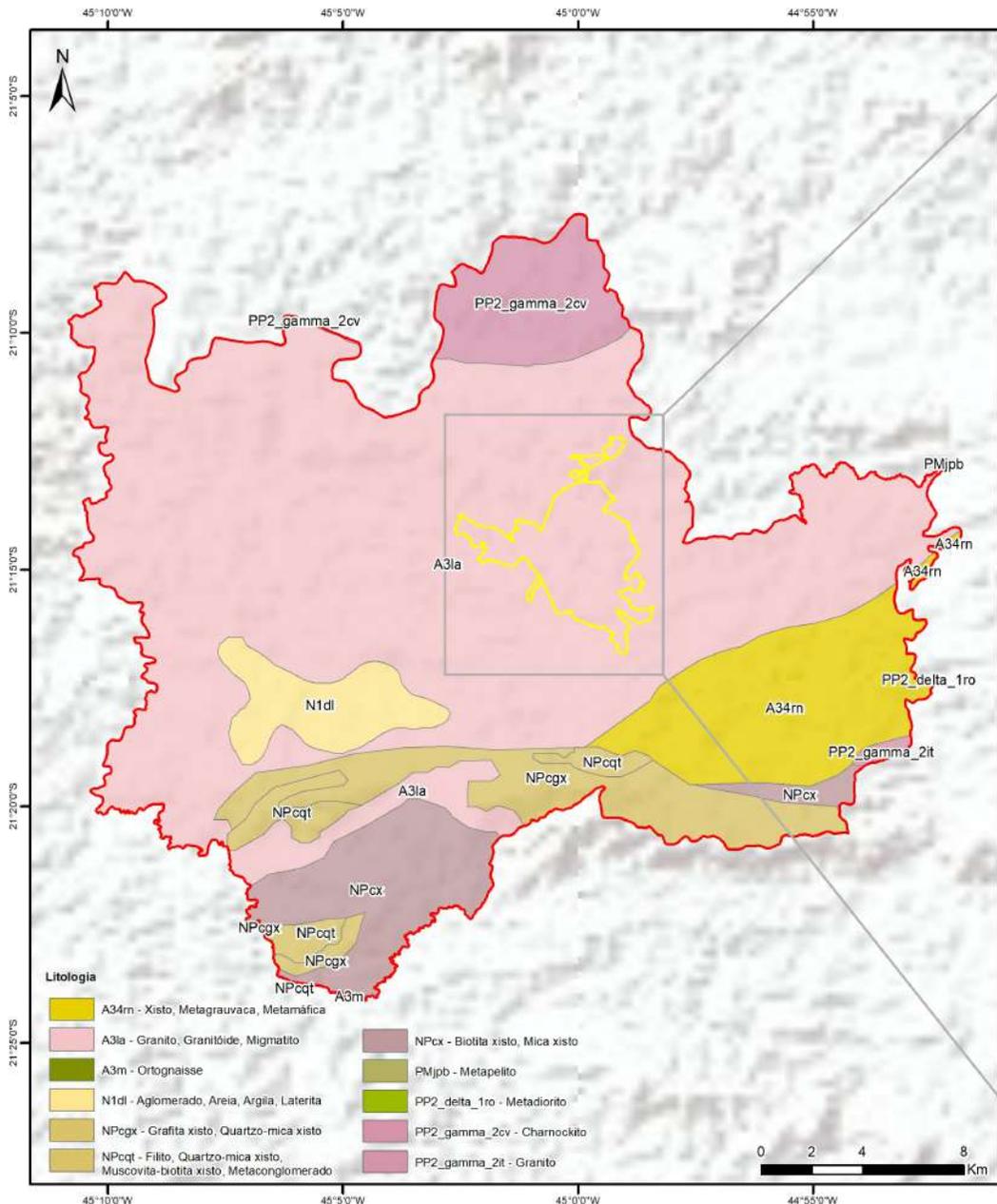


Legenda	
	Área urbana de alta densidade de edificações
	Limite do município alvo
	Limites Municipais

Dados Técnicos
<p>Fonte: IBGE, 2022.</p> <p>Basemap: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community, USGS, NOAA.</p> <p>Projeção: GCS_WGS_1984.</p>



 UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS	
Departamento de Engenharia - Engenharia Civil	
MAPA DE LOCALIZAÇÃO ÁREA URBANA MUNICÍPIO DE LAVRAS MINAS GERAIS	
Escala: 1:45.000	Elaboração: Sylvia V. G. G.
Data: 27/06/2023	Formato: A3
Revisão: 0	

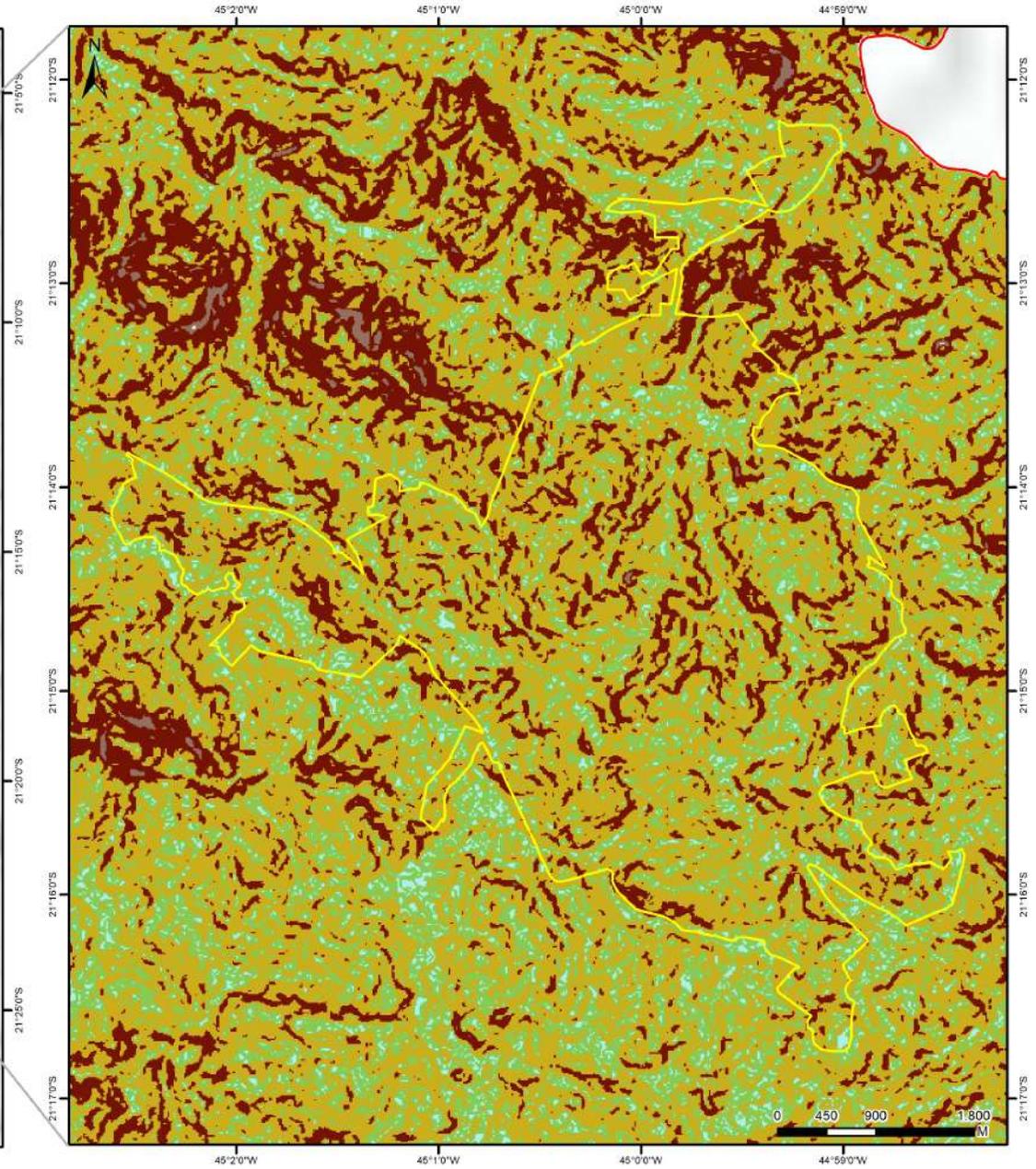
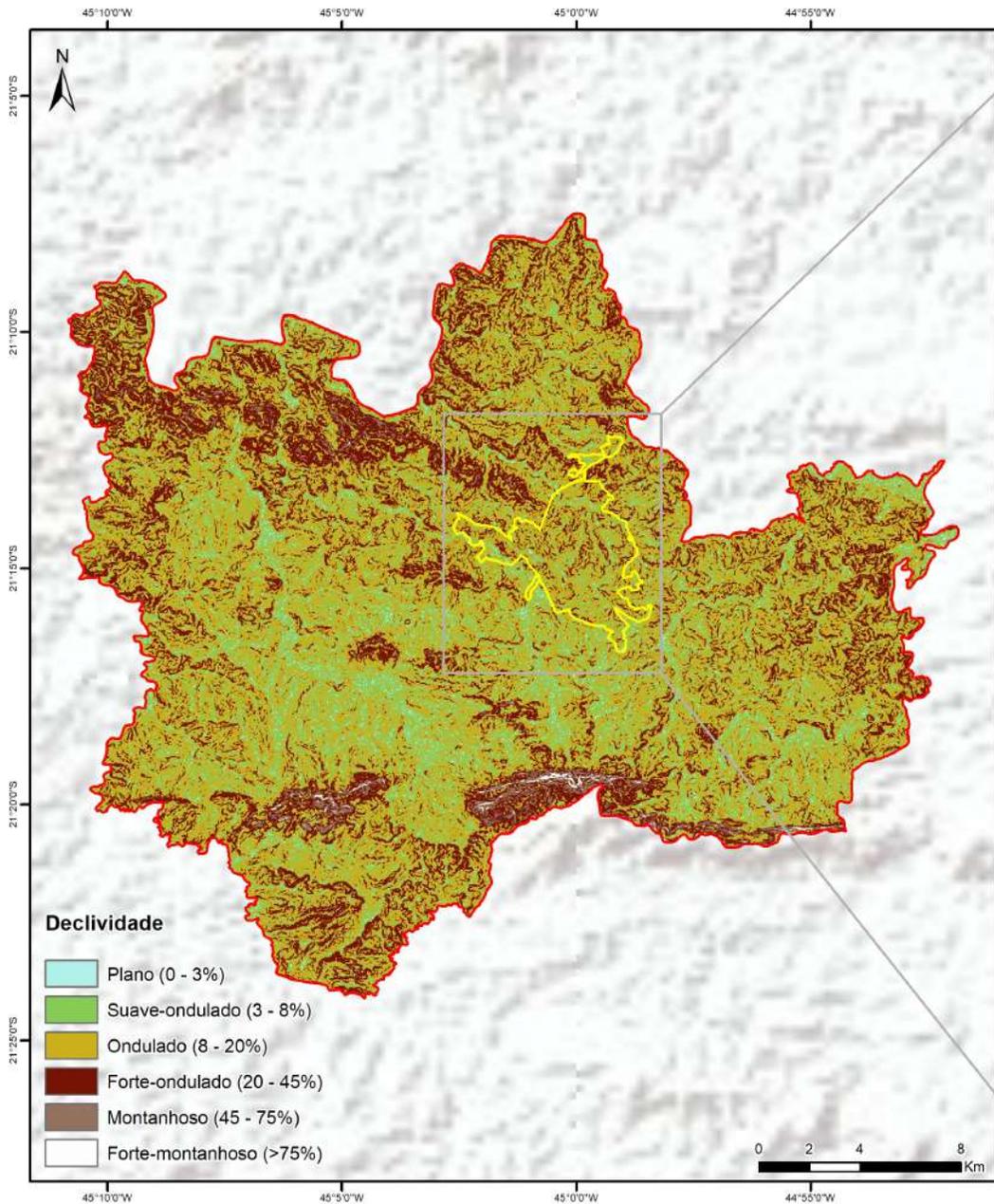


Legenda	
	Área urbana de alta densidade de edificações
	Limite do município alvo
	Limites Municipais

Dados Técnicos
Fonte: IBGE, 2022.
Basemap: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community, USGS, NOAA.
Projeção: GCS_WGS_1984.



Localização	
 Departamento de Engenharia - Engenharia Civil	
MAPA DE TIPOS DE ROCHAS ÁREA URBANA MUNICÍPIO DE LAVRAS MINAS GERAIS	
Escala: 1:45.000	Elaboração: Sylvia V. G. G.
Data: 27/06/2023	Formato: A3
	Revisão: 0



Legenda

- Área urbana de alta densidade de edificações
- Limite do município alvo
- Limites Municipais

Dados Técnicos

Fonte:
IBGE, 2022.
Basemap:
Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the
GIS User Community, USGS, NOAA.
Projeção:
GCS_WGS_1984.

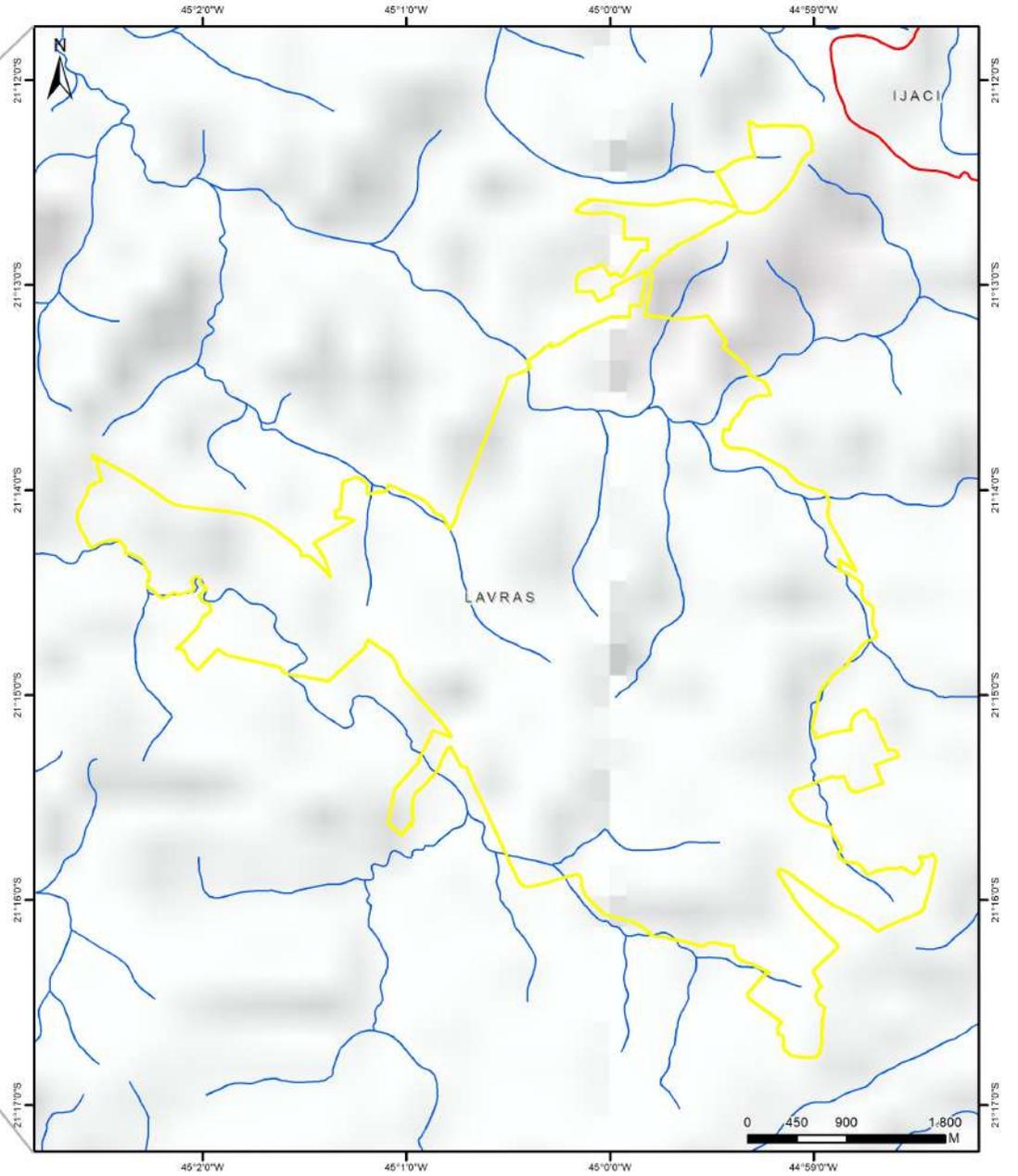
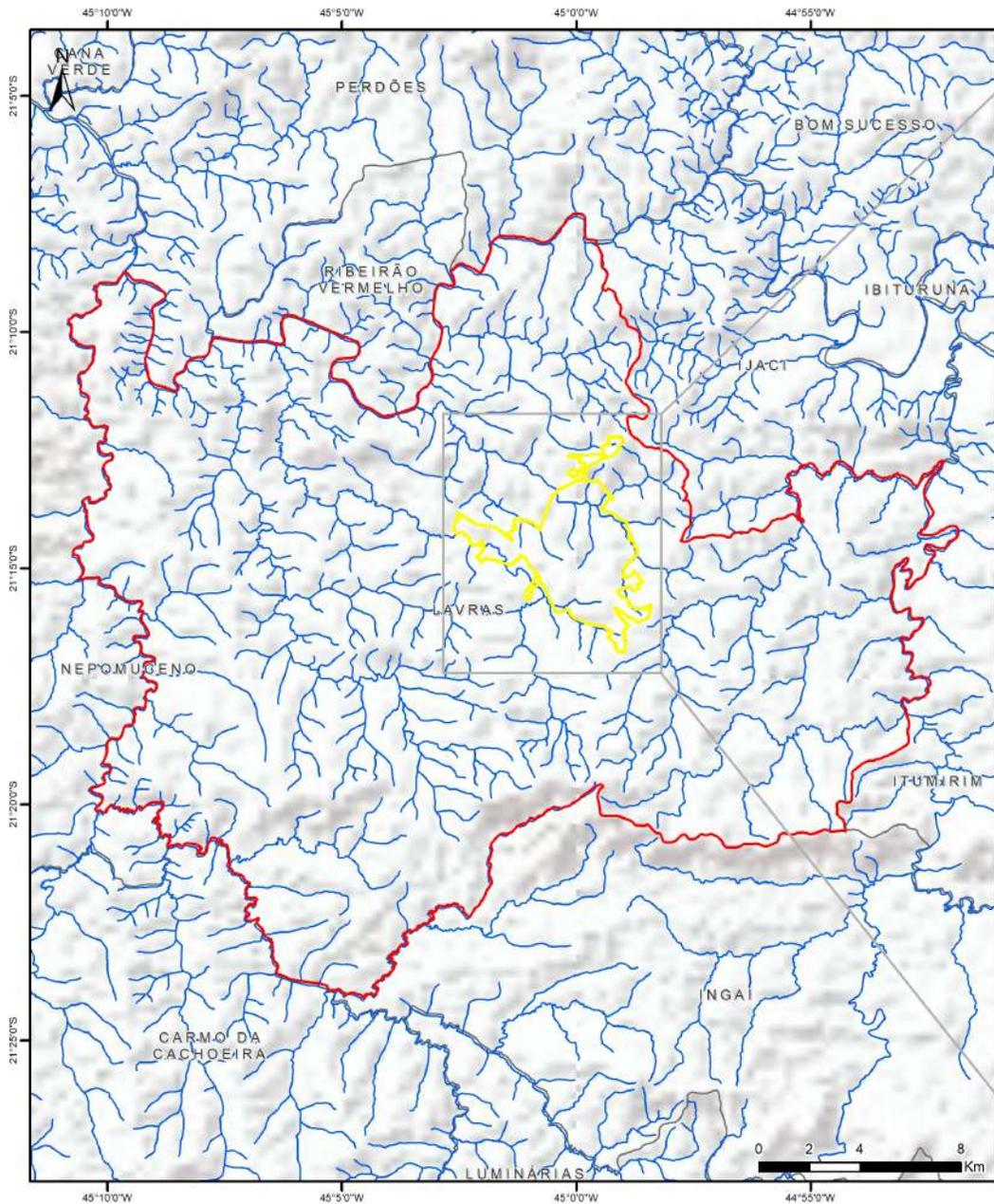
Localização



Departamento de Engenharia - Engenharia Civil

MAPA DE DECLIVIDADE ÁREA URBANA MUNICÍPIO DE LAVRAS MINAS GERAIS

Escala: 1:45.000	Elaboração: Sylvia V. G. G.
Data: 27/06/2023	Formato: A3
	Revisão: 0



Legenda

-  Hidrografia
-  Área urbana de alta densidade de edificações
-  Limite do município alvo
-  Limites Municipais

Dados Técnicos

Fonte:
IBGE, 2022.
Basemap:
Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the
GIS User Community, USGS, NOAA.
Projeção:
GCS_WGS_1984.

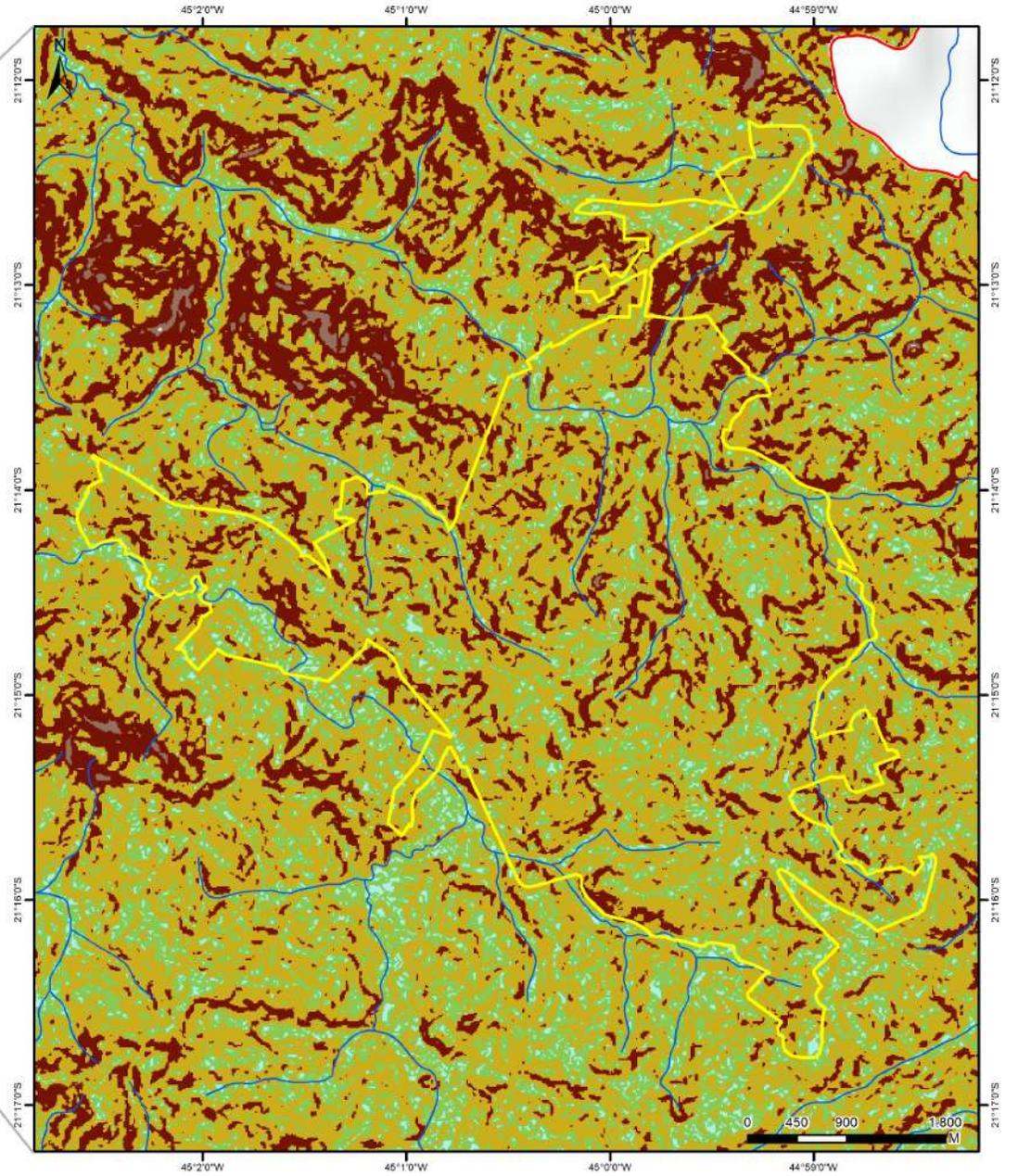
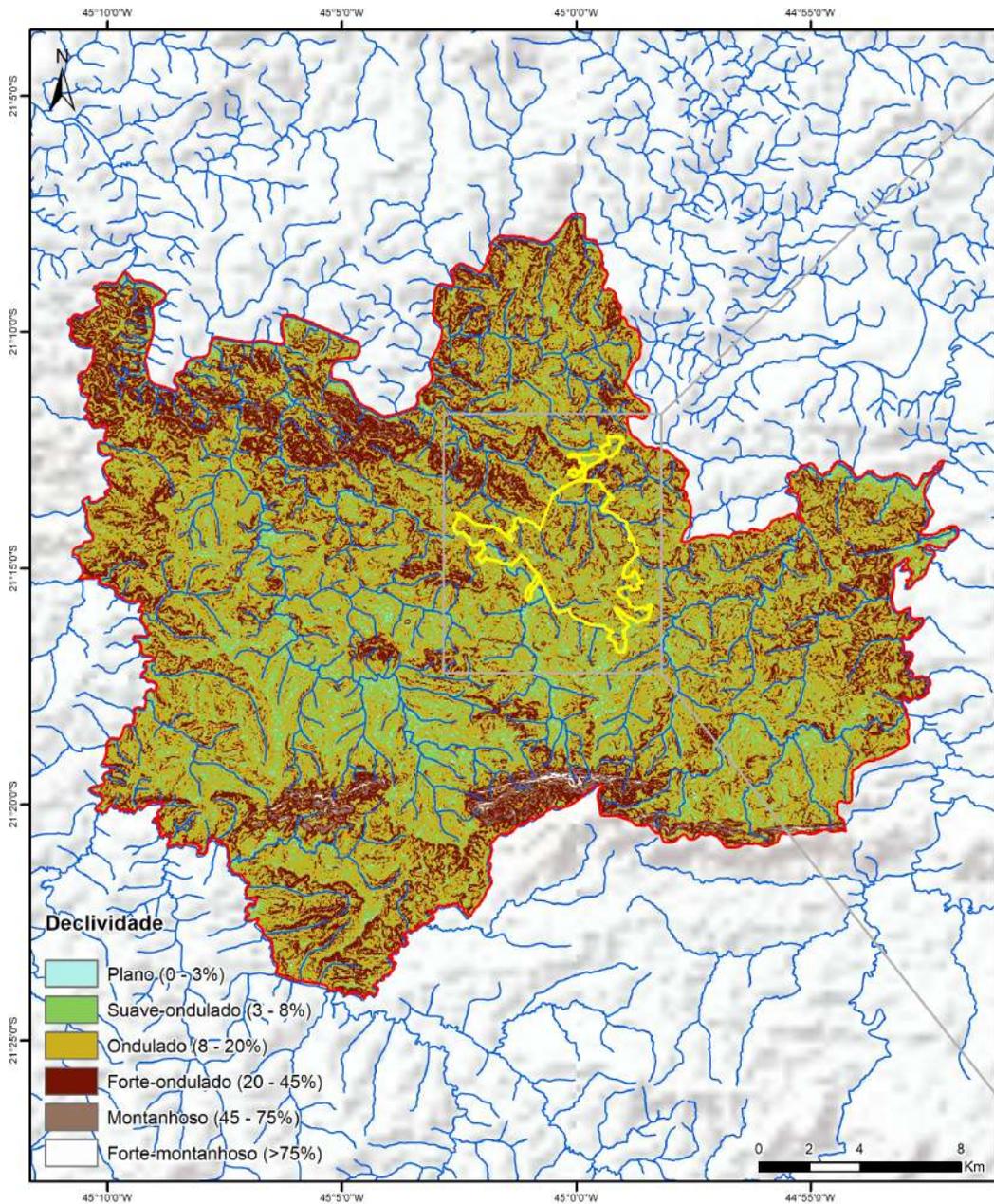
Localização



Departamento de Engenharia - Engenharia Civil

MAPA DE HIDROGRAFIA ÁREA URBANA MUNICÍPIO DE LAVRAS MINAS GERAIS

Escala: 1:45.000 | Elaboração: Sylvia V. G. G.
Data: 27/06/2023 | Formato: A3 | Revisão: 0

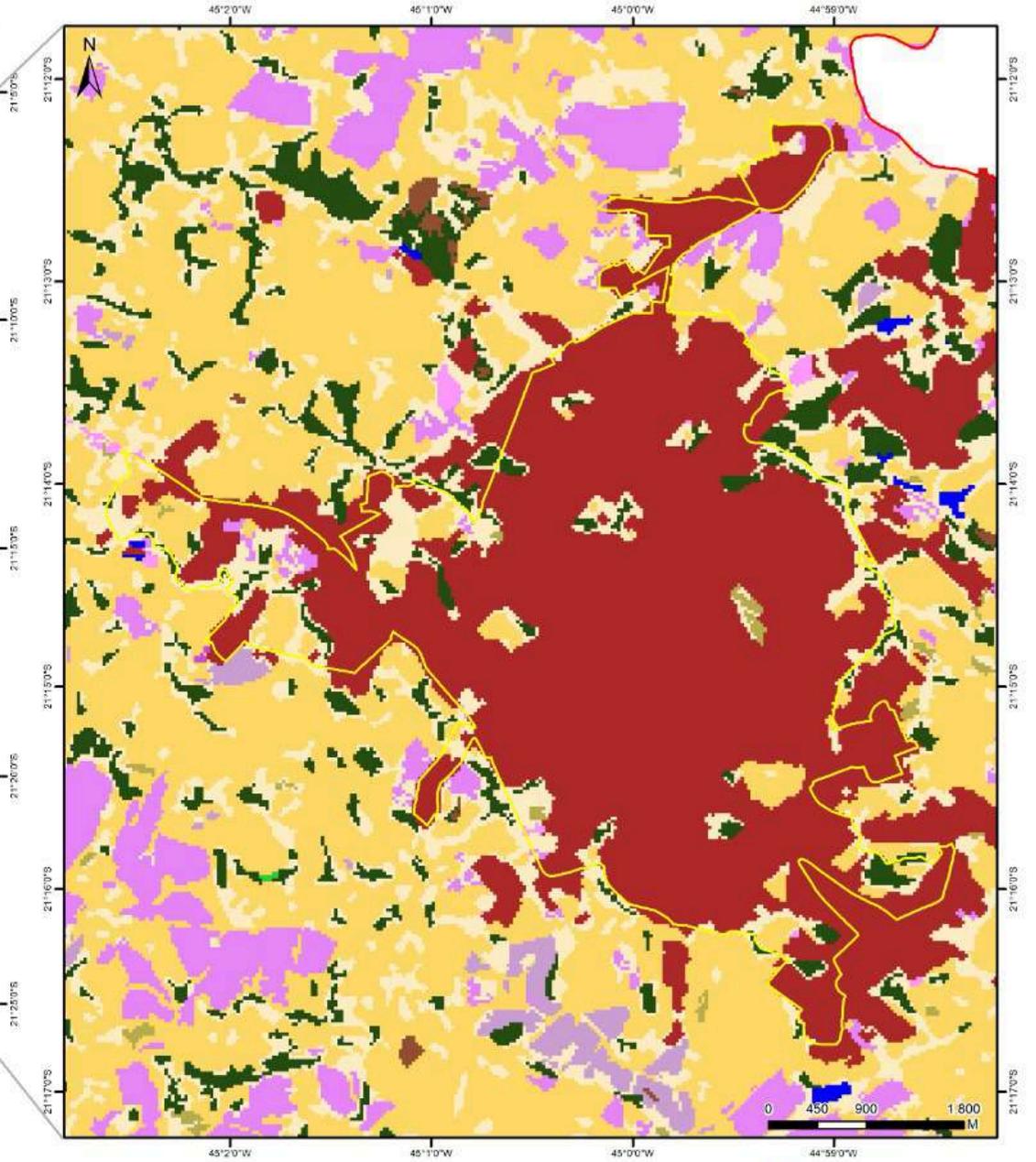
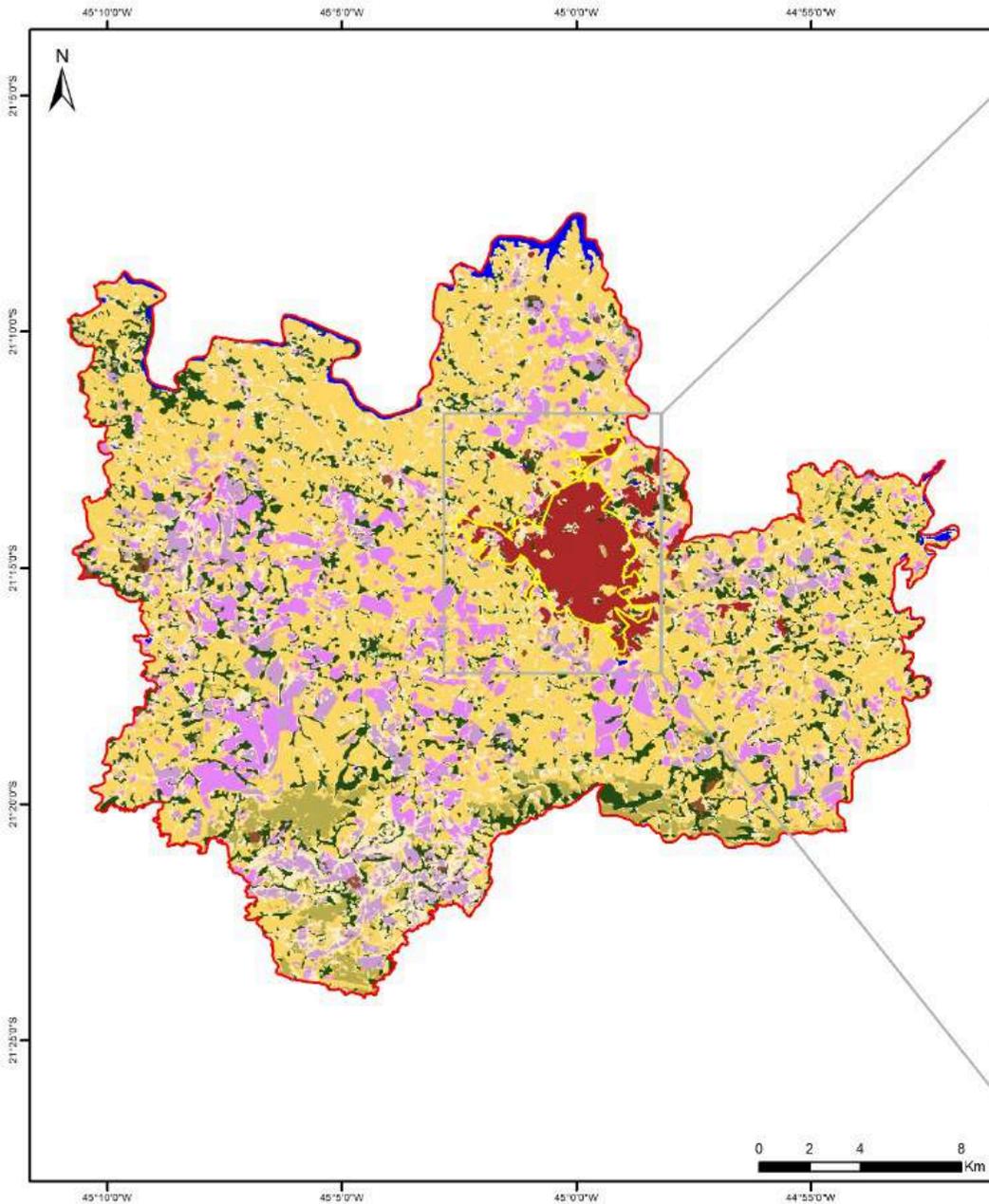


Legenda	
	Hidrografia
	Área urbana de alta densidade de edificações
	Limite do município alvo
	Limites Municipais

Dados Técnicos
Fonte: IBGE, 2022.
Basemap: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community, USGS, NOAA.
Projeção: GCS_WGS_1984.

Localização
1:25.000,000

Departamento de Engenharia - Engenharia Civil	
MAPA DE DECLIVIDADE E HIDROGRAFIA ÁREA URBANA MUNICÍPIO DE LAVRAS MINAS GERAIS	
Escola: 1:45.000	Elaboração: Sylvia V. G. G.
Data: 27/06/2023	Formato: A3
	Revisão: 0

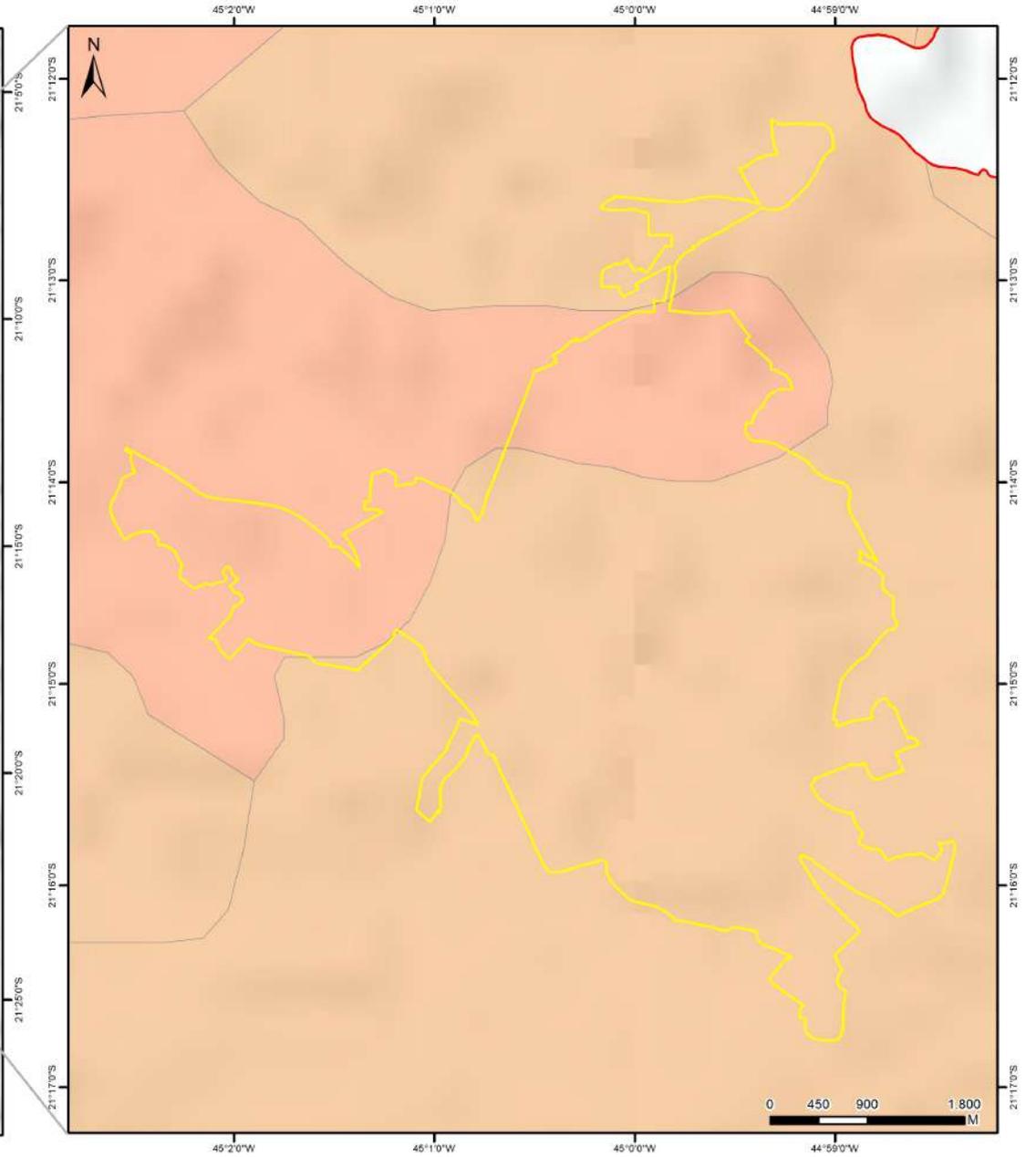
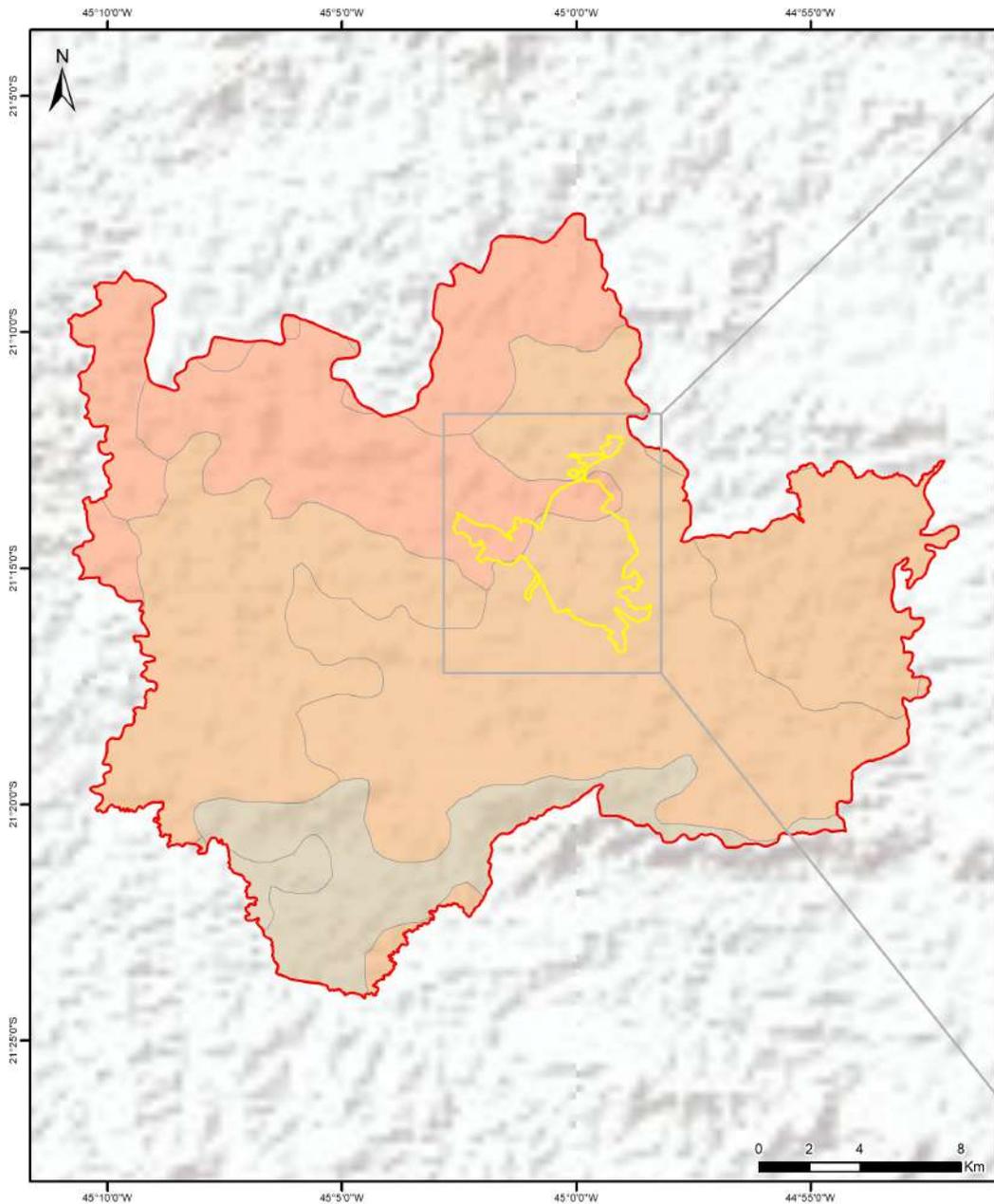


Legenda	
	Área urbana de alta densidade de edificações
	Limite do município alvo
	Limites Municipais

Dados Técnicos
<p>Fonte: IBGE, 2022. Basemap: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community, USGS, NOAA. Projeção: GCS_WGS_1984.</p>



 UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS		
Departamento de Engenharia - Engenharia Civil		
MAPA DE USO E OCUPAÇÃO ÁREA URBANA MUNICÍPIO DE LAVRAS MINAS GERAIS		
Escala: 1:45.000	Elaboração: Sylvia V. G. G.	
Data: 27/06/2023	Formato: A3	Revisão: 0

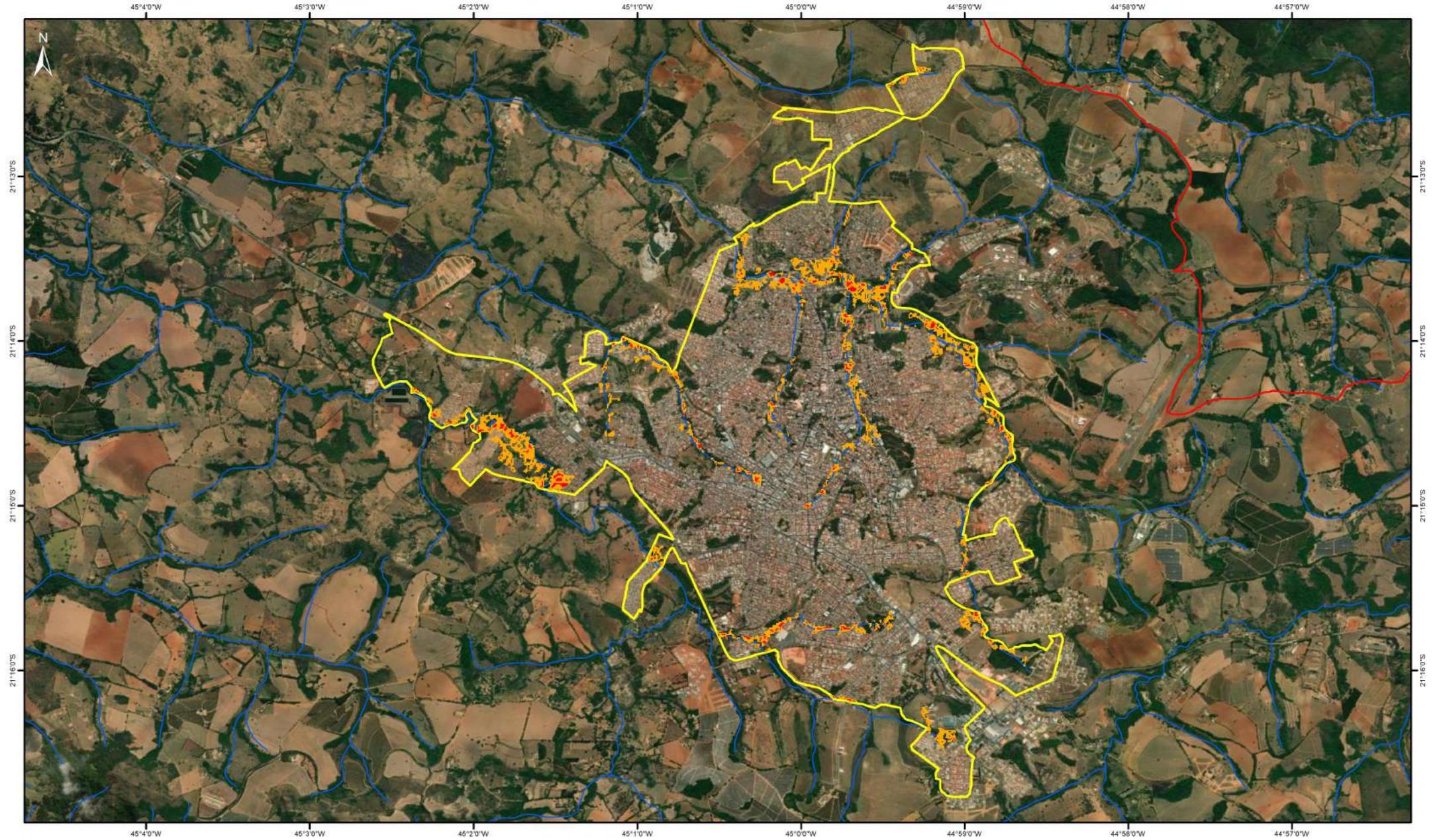


Legenda	
Pedologia	Área urbana de alta densidade de edificações
Argissolos Vermelho Amarelos	Limite do municipio alvo
Cambissolos Haplicos	Limites Municipais
Latossolos Vermelhos	

Dados Técnicos
<p>Fonte: IBGE, 2022.</p> <p>Basemap: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community, USGS, NOAA.</p> <p>Projeção: GCS_WGS_1984.</p>



Departamento de Engenharia - Engenharia Civil	
MAPA DE TIPOS DE SOLOS ÁREA URBANA MUNICÍPIO DE LAVRAS MINAS GERAIS	
Escola: 1:45.000	Elaboração: Sylvia V. G. G.
Data: 27/06/2023	Formato: A3
	Revisão: 0



Legenda		Dados Técnicos	Localização	 Departamento de Engenharia - Engenharia Civil	
Risco de inundação  Muito alto  Alto		Fonte: IBGE, 2022. Basemap: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community, USGS, NOAA. Projeção: GCS_WGS_1984. 0 400 800 1.600  M	 1:25.000.000	ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO ÁREA URBANA MUNICÍPIO DE LAVRAS MINAS GERAIS	
 Hidrografia  Área urbana de alta densidade de edificações  Limite do município alvo				Escala: 1:40.000 Data: 27/06/2023	Elaboração: Sylvia V. G. G. Formato: A3