

ESTUDO DE CASO DO ALAGAMENTO NA AVENIDA SIDERAL DO BAIRRO JARDIM IPANEMA 1 E VIABILIDADE DO USO, POR MEIO DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO, DE POÇOS DE INFILTRAÇÃO, PAVIMENTO POROSO E TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

Thiago Hermes da Silva¹, Carlos Eugênio Pereira¹

RESUMO – O trabalho tem como objetivo analisar as causas e propor soluções para um problema de alagamento que acontece na Avenida Sideral, no bairro Jardim Ipanema I, na cidade de Uberlândia-MG. O estudo de caso foi motivado pelos impactos negativos das chuvas intensas nessa região, pois é um local muito impermeabilizado e o sistema de drenagem atual se mostra insuficiente. O método adotado envolveu levantamento de dados em campo rudimentar, análise do comportamento do escoamento superficial com ensaios próprios, delimitação da microbacia de contribuição por meio de ferramentas digitais e ensaios de percolação do solo, complementados por dados de outros autores. Além disso, foi utilizada a equação de chuva Intensidade-Duração-Frequência (IDF) da cidade, considerando um tempo de retorno de 10 anos e duração de 10 minutos. Com base nesses dados, foram realizados pré-dimensionamentos de três soluções de infraestrutura verde: poço de infiltração, pavimento poroso e trincheira de infiltração, conforme orientações do manual de drenagem urbana de Curitiba-PR. Os resultados mostraram que soluções individuais, como poços de infiltração e trincheiras, apresentaram limitações de construção significativas, principalmente devido às grandes profundidades ou extensões necessárias para sua execução, tornando-as inviáveis do ponto de vista construtivo e econômico. Contudo, o pavimento poroso demonstrou maior viabilidade, especialmente quando aplicado em toda a largura da via e associado a dispositivos auxiliares, como grelhões conectados à rede existente.

Palavras-Chave – Drenagem urbana; Alagamento; Pavimento poroso.

ABSTRACT – The present study aims to analyze the causes and propose solutions for a flooding problem occurring on Sideral Avenue, located in the Jardim Ipanema I neighborhood, in the city of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. This case study was motivated by the negative impacts of intense rainfall in the region, which is characterized by a high degree of surface impermeabilization and an insufficient existing drainage system. The adopted methodology involved field data collection, analysis of surface runoff behavior through in situ tests, delimitation of the contributing micro-watershed using digital tools, and soil percolation tests, complemented by secondary data from previous studies. Additionally, the rainfall intensity–duration–frequency (IDF) equation for the city was applied, considering a return period of 10 years and a duration of 10 minutes. Based on these data, preliminary designs were carried out for three urban drainage devices: infiltration wells, permeable pavement, and infiltration trenches, following the guidelines of the Curitiba Urban Drainage Manual. The results indicated that individual solutions, such as infiltration wells and trenches, presented significant construction limitations, mainly due to the excessive depths and extensions required, making them unfeasible from both technical and economic perspectives. However, permeable pavement demonstrated greater feasibility, especially when applied across the full width of the roadway and combined with auxiliary devices, such as grated inlets connected to the existing drainage network.

Key-words – Urban drainage; Flooding; Permeable pavement.

1) Afiliação: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, 34 3239 4170, cepereira@ufu.br, thiago.hermes@ufu.br

1 INTRODUÇÃO

A chegada da época de chuvas intensas na região do Triângulo Mineiro é marcada por temporais e grandes volumes de água em um período curto. As áreas naturais e rurais dos municípios se beneficiam dessa época, pois irriga o solo das plantações e reabastece o lençol freático, proporcionando maior vazão para as nascentes locais. Porém, nas áreas urbanas das cidades, a situação pode ser contrária, gerando problemas de infraestrutura para os municípios.

Devido ao crescimento urbano, obras não bem planejadas e falta de áreas naturais permeáveis, a cidade de Uberlândia enfrenta um grande aumento das áreas impermeáveis. Com isso, chegada a época de chuvas intensas, o escoamento superficial e a rede de captação de águas pluviais não suportam o grande volume, levando a muitos locais, alagamentos e inundações. Casos recorrentes na cidade evidenciam a falta de planejamento e o risco que esses eventos trazem à população, como perdas materiais, problemas de saúde pública e acidentes de trânsito (G1, 2024; G1, 2025).

Tendo em vista isso, este trabalho estuda um alagamento de pequena escala situado na Avenida Sideral, entre os números 842 e 946 do Bairro Jardim Ipanema I, na cidade de Uberlândia-MG. Para isso, foram utilizados métodos de pesquisa em campo e conhecimentos em drenagem urbana para propor soluções ou melhorias para esse problema.

O objetivo principal é concluir qual método estudado neste trabalho proporcionará aos responsáveis por essa intervenção a viabilidade socioeconômica ou não dos projetos propostos com base no pré-dimensionamento de dispositivos de drenagem, definindo se há resposta para o apelo da comunidade local em relação ao transtorno e perigo à saúde e bem-estar públicos proporcionado por esse alagamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 O ALAGAMENTO E SUAS CAUSAS

2.1.1 Local do alagamento e problemas decorrentes

O local estudado situa-se na Avenida Sideral, entre os números 842 e 946 do Bairro Jardim Ipanema I da cidade de Uberlândia-MG. Essa região tem como característica o relevo de chapada, que por sua vez é caracterizada por grandes extensões de topo plano ou suavemente ondulado, o que pode dificultar o escoamento superficial das águas de chuvas e facilitar locais de alagamento, principalmente quando a permeabilidade natural do terreno é prejudicada pelo crescimento urbano desordenado.

O local alagado (Figura 1) possui pontos importantes para os moradores próximos, sendo um deles, e o mais afetado, uma padaria local muito movimentada, um bar e um ponto de ônibus, onde

prejudica os passageiros a embarcar e desembarcarem dos veículos. Além disso, impede os estudantes da Escola Estadual Jardim Ipanema e responsáveis de passarem de um lado para outro da avenida.

Além de prejudicar a passagem de pessoas e veículos no local, esse tipo de incidente pode trazer vários riscos à saúde e bem-estar dos moradores locais, como bem aponta o Ministério da Saúde (BRASIL, 2024), que inundações, enchentes e alagamentos oferecem riscos imediatos e futuros à saúde para as pessoas, e entre os perigos estão as infecções, como leptospirose e dengue.



Figura 1 – Alagamento da Avenida Sideral

2.1.2 Possíveis causas do alagamento

Diversos fatores podem contribuir para o alagamento na região estudada.

A primeira delas é a falta de áreas permeáveis: O local é densamente ocupado por casas e uma escola. Sendo um bairro antigo, é provável que a taxa mínima de permeabilidade do solo exigida pela legislação municipal (20%) não seja atendida (UBERLÂNDIA, 2026).

Outro fator é o terreno plano: O relevo de chapada possui pouca declividade, dificultando o escoamento superficial. Com a construção de pavimentos e meios-fios, cria-se uma estrutura propícia para acúmulo de água.

O sistema de drenagem existente também é ineficiente: A região já possui um sistema de drenagem convencional, porém, esse sistema não consegue atender o local a montante da primeira boca de lobo, onde o escoamento superficial não é suficiente para direcionar as águas de chuva para ela.

Há impedimentos na sarjeta: Existem pontos críticos no local que dificultam a passagem da água, como sujeira, construção inadequada de passagem para cadeirantes e a presença de quebra-molas com estreitamento da sarjeta.

Por fim, a má execução do pavimento e sarjeta: Durante o recapeamento da avenida, a falta de estudos topográficos pode ter gerado pontos baixos no pavimento, contribuindo para o acúmulo de água.

2.2 POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Mediante as possíveis causas do alagamento, foram propostas soluções para resolver ou amenizar o acúmulo de águas de chuva, buscando o caminho mais viável economicamente e priorizando o direcionamento das águas para destinos naturais, evitando o desgaste social com obras.

2.2.1 Poço de infiltração

Consiste em uma estrutura tubular instalada abaixo do nível da superfície do terreno para recebimento de águas que serão devolvidas ao lençol freático devido à infiltração natural do solo local, como mostra a Figura 2. Essa infiltração ocorre no fundo e nas laterais do poço, que pode ser preenchido com materiais granulares e envolvido por manta geotêxtil para evitar colmatagem (MUNDIM e REIS, 2023).

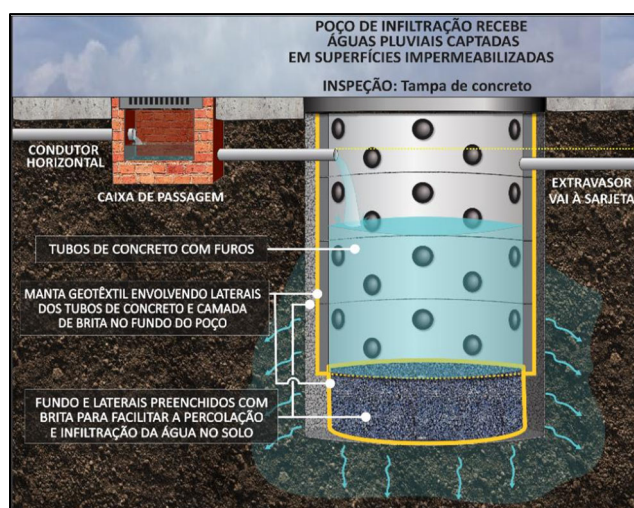


Figura 2 – Esquema ilustrativo de um poço de infiltração

2.2.2 Pavimento poroso

Consiste em um conjunto de camadas porosas no pavimento que facilitam a permeabilidade da água, levando-a à camada natural de solo ou conduzindo a outro dispositivo de drenagem, como mostra a Figura 3. A camada superficial pode ser feita de asfalto ou concreto poroso, sobreposta a camadas granulares (PARANÁ, 2002).

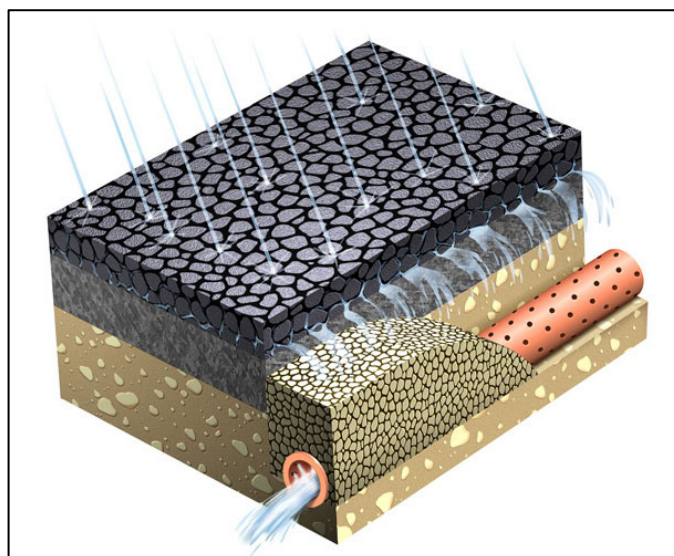


Figura 3 – Esquema ilustrativo de um pavimento poroso

2.2.3 Trincheira de infiltração

É uma estrutura linear com rebaixo em relação à superfície do terreno para armazenamento provisório de água e consequente infiltração gradual ou condução a outro dispositivo, como apresentado na Figura 4. Pode ser preenchida com materiais granulares e coberta com grama ou pavimento permeável (UFSC, 2020).

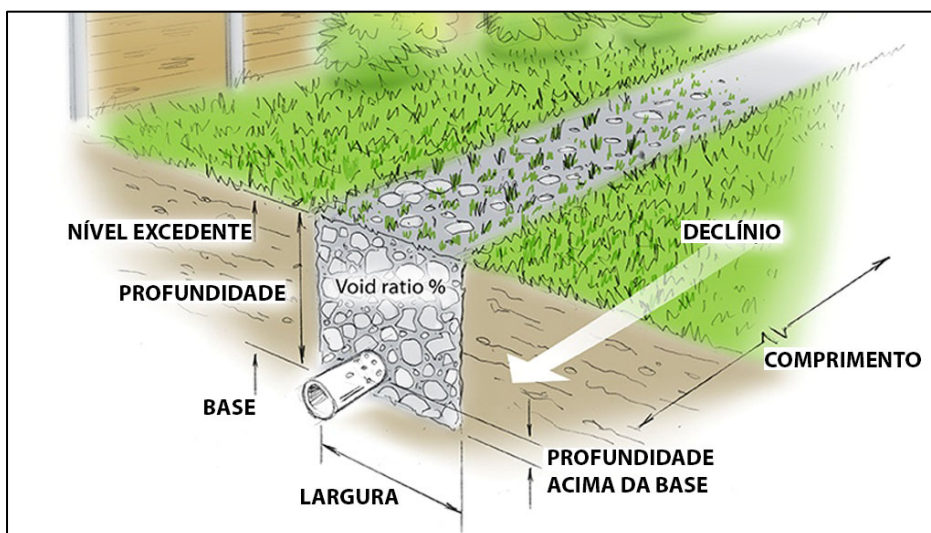


Figura 4 - Esquema ilustrativo de uma trincheira de infiltração

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o dimensionamento dos dispositivos (poço de infiltração, pavimento poroso e trincheira de infiltração), as equações, os modelos e exemplos foram baseados no Manual de Drenagem Urbana de Curitiba-PR (PARANÁ, 2002). O estudo exigiu o levantamento de dados do terreno, do solo e a obtenção da equação de chuvas intensas de Uberlândia-MG.

3.1 Coleta de dados e microbacia

A área da microbacia de contribuição foi determinada através de ensaios de campo com despejo de água (figura 5) para observar o sentido do escoamento nas sarjetas, complementado pelo uso do Google Earth. A área total de contribuição foi estimada em 30.417,53 m² (3,04 hectares).



Figura 5 – Obtenção o sentido de escoamento da sarjeta

3.2 Taxa de percolação

Devido à falta de equipamentos profissionais, um ensaio de percolação improvisado resultou em valores irreais (Tabela 1) resultado em 780 mm/h de acordo com a ABNT NBR 17076:2024 seção N.3.1. Para corrigir isso, adotou-se o coeficiente de permeabilidade da região a partir de um estudo geológico local (CAIXETA, 2017) (Figura 6), resultando em uma taxa de percolação mais realista de 41,4 mm/h.

Tabela 1 – Medições no desnível de água no solo da cava

Tempo de percolação (min)	NA da cava cheia (m)	NA da cava após 10 min (m)	Diferença de nível (m)	Diferença sucessiva (m)
10:00	0,28	0,145	0,135	-
10:00	0,30	0,170	0,130	0,005
10:00	0,29	0,170	0,120	0,010

Fonte: autor

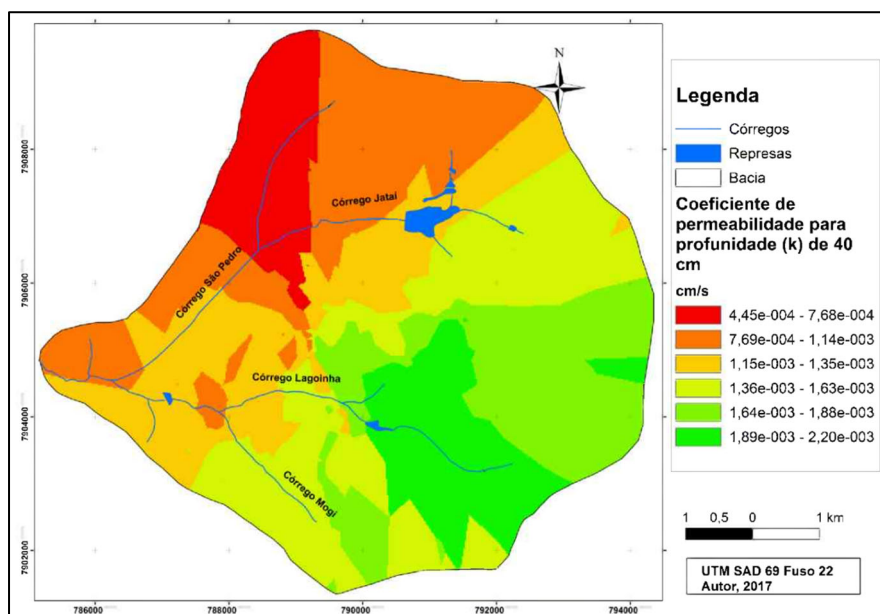


Figura 6 – Mapa do coeficiente de permeabilidade

2.3 Equação de chuvas intensas (IDF)

Utilizou-se o site IDF-BR com dados da estação Fazenda Letreiro (ANA) para obter a equação IDF de Uberlândia. Considerando um tempo de retorno de 10 anos e duração de 10 minutos, obteve-se uma intensidade de chuva de 143,64 mm/h.

2.4 Pré-dimensionamento

Os cálculos seguiram as equações do Manual de Drenagem Urbana de Curitiba (PARANÁ, 2002), considerando porosidade do material (brita, $\eta = 0,30$ a $0,35$), coeficiente de escoamento ($C = 0,8$ a $0,9$) e fator de colmatção ($\alpha = 0,25$).

3 RESULTADOS

3.1 Poço de infiltração

A princípio foi pré-dimensionado um poço de infiltração para toda a microbacia, depois, poços individuais para cada casa a serem instalados na calçada, ambos os casos o poço ficou muito profundo se tornando inviável sua execução.

Posteriormente foi considerado o uso do poço no terreno de cada morador e outros dois poços exclusivos para a escola, essa combinação proporcional uma melhor opção visto que os poços, com profundidades menores e construídos em locais que atenderão bem suas dimensões, suportarão o volume de chuvas no local como mostra a Tabela 2.

Observa-se que nas duas primeiras soluções propostas tornaram inviáveis devido a suas dimensões apresentarem resultados irreais para a medida de controle proposta.

Tabela 2 – Pré-dimensionamento dos poços de infiltração

Tentativas de cálculos	Local de contribuição	Área de contribuição (m ²)	Diâmetro (m)	Profundidade (m)	Viabilidade
1º	Microbacia total	30.417,53	5,00	309,60	Não
2º	Casas (instalação na calçada)	290,00	1,00	66,20	Não
	Casas (instalação no terreno)	290,00	4,50	4,05	
3º	Quadra da escola	846,56	6,00	6,83	Sim
	Salas da escola	1551,35	8,00	7,21	

Fonte: autor

3.2 Pavimento poroso

Primeiramente optou-se por um pavimento poroso que escoa para outro dispositivo de drenagem, ou seja, que não infiltre no solo, para isso precisou-se de encontrar a vazão de saída constante do dispositivo, no manual de drenagem urbana de Curitiba esse valor foi fornecido pelo município, nesse caso não foi encontrado um valor para a cidade de Uberlândia, para isso foi necessário considerar a vazão de saída proporcional a vazão total do exutório da microbacia, calculando-se esse valor baseado no manual de drenagem, em um cenário onde o sistema de drenagem atual suportaria toda essa vazão.

Em seguida considerou-se usar o pavimento poroso apenas na faixa de estacionamento da avenida, em vista das possíveis tensões que o pavimento pode sofrer, a espessura não terá uma vida útil prolongada, por isso, mudou-se a largura do pavimento poroso, apresentado na Tabela 3.

Visto que esse dispositivo deverá ser utilizado juntamente com um grelhão que substituirá a BL mais próxima, com a espessura calculada espera-se que a sua vida útil se prolongue mediante a solicitação de tensões que o fluxo de veículos promoverá.

Tabela 3 – Pré-dimensionamento dos pavimentos porosos

Tentativas de cálculos	Comprimento do pavimento (m)	Largura do pavimento (m)	Área do pavimento (m ²)	Profundidade (m)	Viabilidade
1º	150,00	2,50	375,00	1,43	Não
2º	150,00	7,00	1050,00	0,46	Sim

Fonte: autor

A 1ª tentativa proposta apresentou profundidade de 1,43 m, o que a torna inviável em termos de execução, de acordo com as dimensões da área estudada.

3.3 Trincheira de infiltração

A princípio adotou-se uma trincheira obedecendo o canteiro central da avenida e a localização do alagamento, porém, depois de calcular a profundidade dela obteve-se um resultado inviável, contudo, para ilustrar um cenário ideal, calculou-se o comprimento mínimo da trincheira se esta possuísse 0,8 metros de profundidade, para isso foi necessário fazer o rearranjo da equação utilizada no cálculo da profundidade, mostrando que esse dispositivo é um dos menos inviáveis devido aos obstáculos no local como as árvores e o retorno da avenida, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Pré-dimensionamento das trincheiras de infiltração

Tentativas de cálculos	Comprimento da trincheira (m)	Largura da trincheira (m)	Profundidade da trincheira (m)	Viabilidade
1º	100,00	6,0	10,82	Não
2º	1354,98	6,0	0,80	Sim

Fonte: autor

A profundidade da trincheira de infiltração na 1ª tentativa também está inviável devido a sua profundidade, sendo adotado, portanto, a 2ª tentativa.

4 CONCLUSÃO

O problema de drenagem urbana é complexo e exige não apenas conduzir a água, mas captá-la sem prejudicar o meio ambiente ou o bem-estar da população, optando pelo melhor custo-benefício.

Ressalta-se que esse estudo é uma avaliação analítica preliminar e introdutória, baseada em somente um teste de permeabilidade do solo e com instrumentos rudimentares. Em um trabalho de uso e execução de medidas de controle será necessário ensaios geotécnicos de permeabilidade *in situ* e com o uso de programas de modelagem hidrodinâmica computacional para as simulações do comportamento temporal do escoamento. No programa SWMM (Storm Water Management Model) podem ser representados o escoamento em tubulações de maneira concomitante com as soluções baseadas na natureza, preconizado na Norma de Referência número 12 da ANA, podendo ser aplicado em trabalhos futuros.

Assim, a comparação dos três dispositivos revelou que o pavimento poroso foi a alternativa mais adequada para o local. Apesar dos transtornos durante a fase de obras, ele apresenta viabilidade técnica (espessura de 46,25 cm), resolve o problema de acúmulo de água na via e proporciona um visual estético agradável, integrando-se à infraestrutura existente através de grelhões. Soluções como poços e trincheiras de infiltração mostraram-se inviáveis devido às grandes dimensões necessárias (profundidade ou extensão), dadas as características do solo e o volume de escoamento da microbacia.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Enchentes. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/e/enchentes>. Acesso em: 3 maio 2026.

CAIXETA, A. C. M. Tese de Doutorado. Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2017

EQUAÇÕES PARA O CLIMA ATUAL E PROJEÇÕES PARA O CLIMA FUTURO (IDF-BR). Equações IDF: Chuvas Intensas no Brasil. IDF, [2020]. Disponível em: https://www.idf-br.com.br/Equacoes_IDF/Atual/index.html. Acesso em: 3 maio 2026.

G1 – MG / Triângulo Mineiro. Avenida Rondon Pacheco: entenda por que é perigoso estar em uma das principais vias de Uberlândia quando há chuva intensa. G1, 01 dez. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2024/12/01/avenida-rondon-pacheco-entenda-por-que-e-perigoso-estar-em-uma-das-principais-vias-de-uberlandia-quando-ha-chuva-intensa.ghhtml>. Acesso em: 31 out. 2025.

G1 – MG / Triângulo Mineiro. Vídeo: chuva alaga bairro Morumbi e transforma rua em rio em Uberlândia. G1, 04 jan. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2025/01/04/video-chuva-alaga-bairro-morumbi-e-transforma-rua-em-rio-em-uberlandia.ghhtml>. Acesso em: 31 out. 2025.

MUNDIM, V. C.; REIS, R. P. A. Análise da influência de parâmetros de projeto no dimensionamento de poços de infiltração de águas pluviais. Paranoá, Brasília, n. 34, jan./jun. 2023.

PARANÁ. SUDERHSA. Manual de drenagem urbana: região metropolitana de Curitiba - PR: versão 1.0. Curitiba: SUDERHSA/CH2M HILL, 2002.

UBERLÂNDIA. Lei Complementar nº 812, de 03 de abril de 2026. Dispõe sobre o zoneamento do uso e ocupação do solo do Município de Uberlândia. Uberlândia, MG: Câmara Municipal, [2026].

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de Urbanismo e Tecnologia (LAUTEC). Florianópolis: UFSC, [2020].