

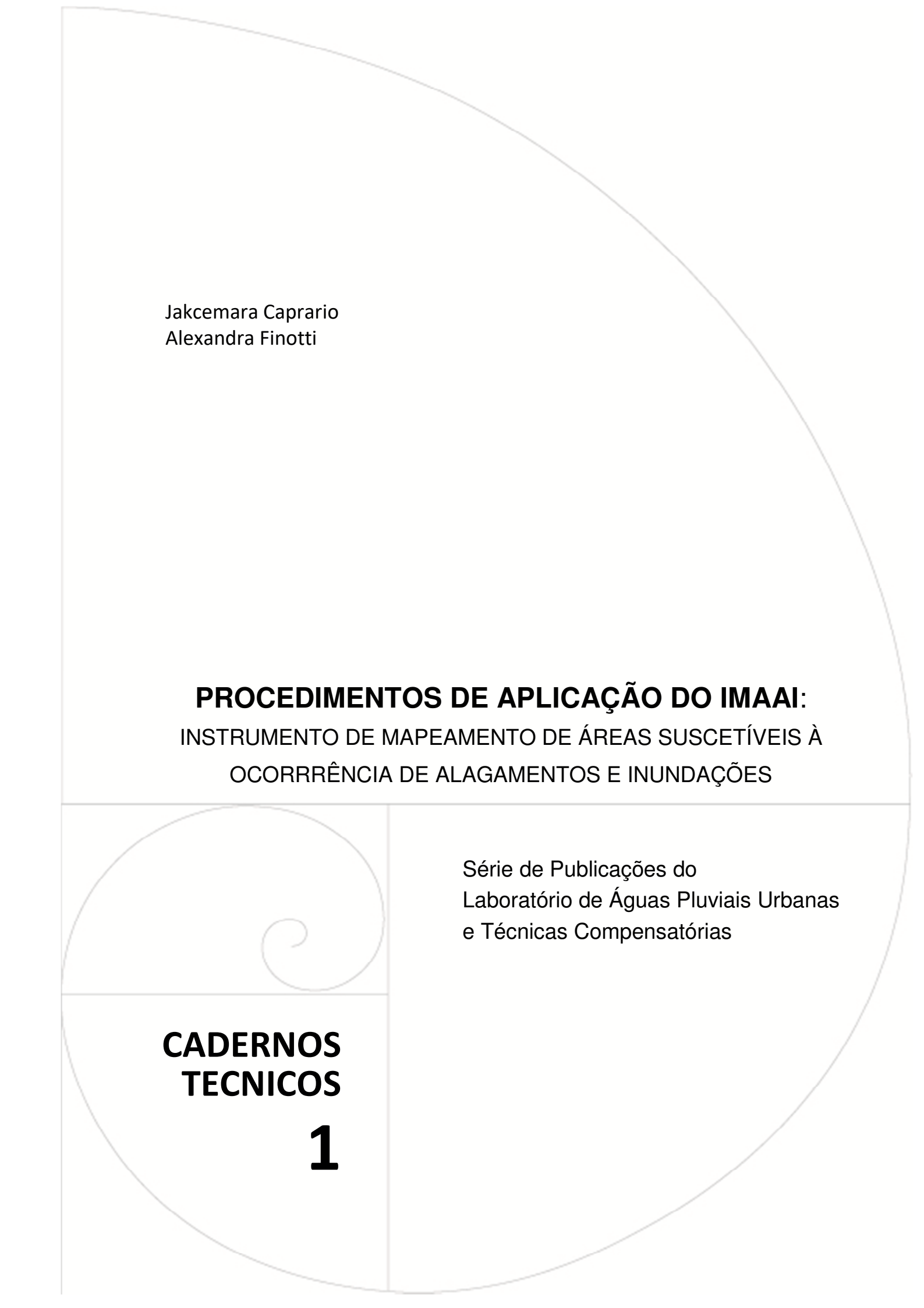
Jakcemara Caprario
Alexandra Finotti

PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO DO IMAAI:
INSTRUMENTO DE MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS À
OCORRÊNCIA DE ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES

**CADERNOS
TÉCNICOS**

1

Série de Publicações do
Laboratório de Águas Pluviais Urbanas
e Técnicas Compensatórias

A large, light gray Fibonacci spiral is centered on the page, starting from the bottom left and expanding outwards. It is composed of a series of quarter-circles that spiral outwards, with the radii increasing in a geometric progression. The spiral is divided into four quadrants by a horizontal and a vertical line that intersect at the center.

Jakcemara Caprario
Alexandra Finotti

PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO DO IMAAI:
INSTRUMENTO DE MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS À
OCORRÊNCIA DE ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES

Série de Publicações do
Laboratório de Águas Pluviais Urbanas
e Técnicas Compensatórias

**CADERNOS
TECNICOS
1**

Cadernos Técnicos LAUTEC
Uma publicação seriada do
Laboratório de Águas Pluviais Urbanas
e Técnicas Compensatórias da
Universidade Federal de Santa Catarina

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Caprario, Jakcemara; Finotti, Alexandra
Procedimentos de Aplicação do IMAAI: Instrumento de
Mapeamento de Áreas Suscetíveis à ocorrência Alagamentos
e Inundações - Florianópolis: LAUTEC Edições, 2026.
34 p. (Cadernos Técnicos do LAUTEC: v. 1)

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-996139-4-4

Inclui referências.

1. Instrumento. 2. inundações. 3. mapeamento. 4.
Ferramenta de gestão. 5. manejo de águas pluviais urbanas.
I. Caprario, Jakcemara. II. Finotti, Alexandra Rodrigues.
III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. IV. **Procedimentos
de Aplicação do IMAAI**: Instrumento de Mapeamento de Áreas
Suscetíveis à ocorrência Alagamentos e Inundações.



**Laboratório de Águas Pluviais
Urbanas e Técnicas Compensatórias**

ISBN 978-65-996139-4-4

Comissão Editorial: Alexandra Finotti, Patricia Kazue

Diagramação: Katia Diniz

Universidade Federal de Santa Catarina
CTC – ENS LAUTEC

Campus Universitário, Trindade, Setor D
Caixa postal 476
Florianópolis - SC
88040-900, Florianópolis - SC
Email: lautech@ufsc.br
Contate-nos: 55 48 3721 4997

Florianópolis | 2026

CADERNOS TÉCNICOS 1

Jakcemara Caprario
Alexandra Finotti

Procedimentos de Aplicação do
IMAAI: Instrumento de Mapeamento
de Áreas Suscetíveis à Ocorrência de
Alagamentos e Inundações





LAUTEC

O LAUTEC



O Laboratório de Águas Pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias da **Universidade Federal de Santa Catarina** trabalha no campo do manejo de águas pluviais urbanas. O maior destaque de sua atuação é em pesquisa e desenvolvimento de soluções sustentáveis para a drenagem no Brasil. Temos muito clara a necessidade de disseminação da cultura da sustentabilidade em drenagem e o quanto este tema é importante para o país que segue adotando ainda, com muita frequência, soluções higienistas e ultrapassadas. Auxiliar na mudança deste paradigma é o nosso foco. A missão do laboratório é de **promover** o ensino, a pesquisa e a extensão nas áreas de manejo de águas pluviais urbanas e planejamento de sistemas resilientes a condições climáticas futuras, sob a perspectiva do pensamento sistêmico, aplicando sua inserção em conjunto com a comunidade. Dentro desta perspectiva criamos os Cadernos Técnicos do LAUTEC



OS CADERNOS TÉCNICOS DO LAUTEC



Trata-se de uma publicação seriada que visa popularizar informações técnicas em manejo de águas pluviais urbanas proveniente de pesquisas desenvolvidas no laboratório. Publicações técnicas tem a função de trazer informações práticas que possam ser aplicadas no cotidiano das prefeituras, por engenheiros ou técnicos em saneamento. Apesar de julgarmos este um resultado nobre da pesquisa aplicada em engenharia, revistas científicas muitas vezes não se interessam por publicar estes trabalhos. Foi assim que nasceram os Cadernos Técnicos, para serem um espaço para a publicação desse tipo de informação, altamente relevante para o público que atua na prática do manejo de águas pluviais. Os cadernos técnicos ficarão disponíveis gratuitamente na página do LAUTEC, esperamos que possam auxiliar na disseminação da cultura da sustentabilidade em manejo de água pluviais urbanas no Brasil bem como auxiliar na superação do paradigma higienista ainda largamente adotado no país.

Boa leitura!



SUMÁRIO

IMAAI - ORIGEM E CARACTERÍSTICAS	15
DOCUMENTOS GERAIS E ETAPAS.....	17
EXEMPLO DE APLICAÇÃO	24
APLICAÇÃO EM CENÁRIO PONTUAL.....	27
APLICAÇÃO EM CENÁRIO DE MAPA.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXO A	32



LAUTEC

OBJETIVO



O objetivo do Laboratório de Águas Pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias (LAUTEC) é ampliar e facilitar o acesso às informações necessárias para o manejo e gestão sustentável das águas urbanas.

O crescimento desordenado das cidades vem ocasionando graves problemas aos sistemas de manejo de águas urbanas, os quais são planejados e gerenciados pelas prefeituras municipais. No entanto, em virtude de restrições orçamentárias, infraestruturas precárias, pessoal sem qualificação técnica e prioridade de outros setores, estes acabam sendo preteridos pelos gestores públicos. Desta forma, faz-se necessário desenvolver instrumentos que atendam essas demandas, auxiliando na identificação e gestão de áreas suscetíveis à ocorrência de alagamentos e inundações. Um destes instrumentos é o mapa de risco de ocorrência de inundações, considerado uma importante ferramenta de comunicação com a população.

Este Caderno Técnico tem o intuito de viabilizar aos gestores públicos o acesso a ferramentas simplificadas, confiáveis e de baixo custo de aplicação, visando à melhoria no planejamento e gestão do espaço urbano integrado, bem como o apoio na tomada de decisão quando as áreas prioritárias para aplicação das rubricas orçamentárias limitadas.

IMAAI - ORIGEM E CARACTERÍSTICAS

Nas últimas décadas ocorreu um avanço no desenvolvimento de medidas de redução e mitigação das inundações, transitando as estratégias tradicionais de defesa para opções mais elaboradas de prevenção e previsão, como por exemplo, o mapeamento da suscetibilidade das áreas urbanas e a elaboração de planos de gestão de riscos (Sousa, 2012).

O mapeamento da suscetibilidade a ocorrência de inundações e alagamentos é uma importante ferramenta de comunicação com a população local, pois dá uma melhor percepção da distribuição espacial das áreas suscetíveis, bem como, dos consequentes riscos e possíveis prejuízos associados (Hagemeier-Klose e Wagner, 2009).

A elaboração do mapa de áreas suscetíveis à inundação demanda uma extensa base de dados, o que muitas vezes dificulta sua execução devido à falta de informações, ou mesmo, por informações pouco confiáveis (Barbosa, 2006). A imprecisão dos dados de entrada dificulta, quando não inviabiliza, o uso destas técnicas gerando resultados irreais. Ressalta-se ainda, que para a aplicação das técnicas de mapeamento tradicionais faz-se necessário profissionais com conhecimento especializado, tanto em relação ao software empregado, quanto ao assunto abordado. Isto não representa a realidade da maioria dos órgãos públicos brasileiros, onerando o escasso recurso financeiro disponível pela contratação de profissionais especializados e/ou empresas privadas.

A condição da infraestrutura tecnológica também deixa a desejar, sendo na maioria das vezes utilizados equipamentos ultrapassados e com baixa capacidade de processamento. Apesar da elaboração dos mapas exigirem uma base de dados extensa e conhecimento técnico específico, a fácil interpretação dos resultados por parte da população, acaba favorecendo a sua utilização, principalmente em programas de educação ambiental, e também, como suporte à política de prevenção e controle das inundações.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) instituída pela Lei Nº 12.608, de 10 de Abril de 2012, estabelece que cada município identifique e mapeie as áreas ameaçadas, suscetíveis e vulneráveis a desastres ambientais, como por exemplo, as

inundações, visando evitar ou mesmo reduzir sua ocorrência. Reis et al. (2014, p.3) afirmam que:

a partir desse mapeamento, os gestores públicos poderão tomar medidas estruturais e não estruturais preventivas, como a implantação de obras de engenharia e planejamento do uso da terra, no intuito de evitar ou minimizar os danos decorrentes desses desastres.

Neste contexto, foi criado o instrumento metodológico IMAAI, o qual tem como base a combinação dos procedimentos metodológicos propostos por Furtado (2014) e SMPC (2015). O IMAAI tem como princípio a análise simplificada de informações por meio do tabelamento e ponderação de dados. Para que este método esteja ao alcance dos órgãos de gestão pública e possa ser utilizado como ferramenta de apoio à tomada de decisão, foram considerados em seu desenvolvimento os seguintes requisitos básicos:

- ❖ Baixo custo e fácil aplicação;
- ❖ Não requer pessoal altamente especializado em sistemas computacionais e SIG, mas é necessário um conhecimento mínimo dos condicionantes do processo de inundação urbana;
- ❖ Ser confiável, garantindo respostas próximas à realidade;
- ❖ Adequado para uso em escala urbana, incluindo rede de micro-drenagem e a presença de técnicas compensatórias.

DOCUMENTOS GERAIS E ETAPAS

O método IMAAI consiste na análise, tabulação e ponderação de oito fatores que condicionam o processo de inundação em regiões urbanas: Altimetria, Uso e ocupação do solo, Hidrografia, Precipitação média anual (mm), Tipos de solo, Declividade (%), Rede de drenagem, e Estruturas compensatórias.

Os fatores condicionantes foram definidos por meio de revisão bibliográfica de 62 estudos englobando Dissertações, Teses e artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, perfazendo uma linha de tempo de 9 anos (2006-2015). Informações detalhadas sobre o processo de seleção dos fatores condicionantes podem ser encontradas no estudo de Caprario (2017).

A aplicação do IMAAI é composta por 5 etapas, onde toda a complexidade espacial dos fatores é simplificada em uma escala de susceptibilidade. O layout esquemático das etapas de aplicação do método IMAAI é apresentado na Figura 1.

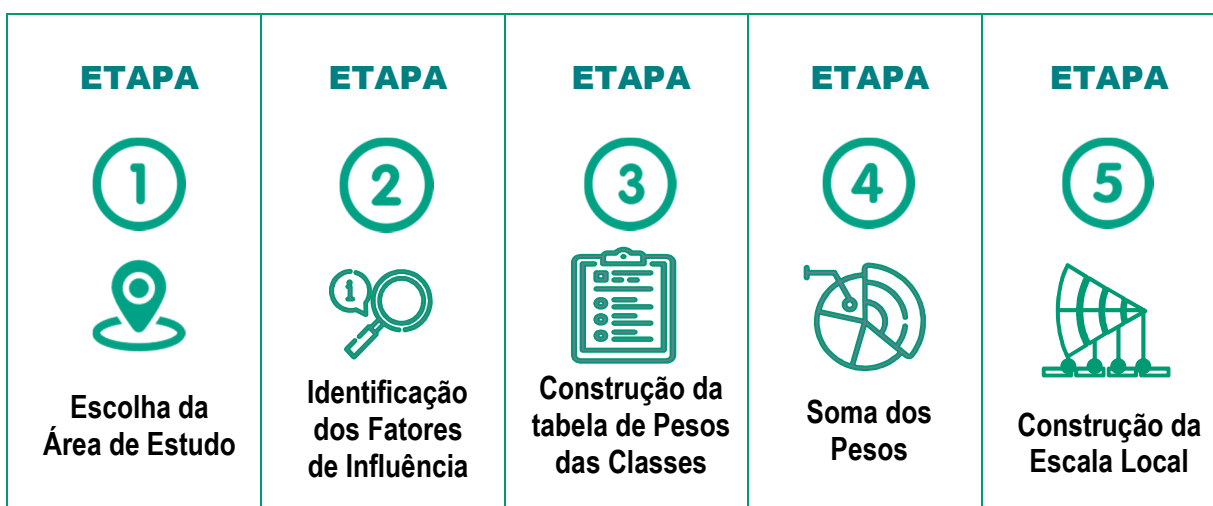


Figura 1. Layout esquemático das etapas do método IMAAI.



ETAPA 1 - Escolha da área de estudo.

O método IMAAI não apresenta restrições de aplicação, podendo ser utilizado em diferentes escalas, desde um ponto específico até a espacialização em bairros, distritos, cidades ou mesmo em nível nacional.



ETAPA 2 - Identificação dos fatores de influência.

O método tem como foco o mapeamento de inundações associadas, principalmente, ao sistema de manejo de águas pluviais (microdrenagem). Para atingir esse objetivo, foram adotados, além dos seis fatores de influência tradicionais (uso e ocupação da terra, altimetria, hidrografia, precipitação média anual, tipos de solo e declividade), dois fatores adicionais previamente definidos: a disposição da rede de manejo de águas pluviais e a presença de estruturas compensatórias integradas, como valas, poços e trincheiras de infiltração.

Esses fatores adicionais foram incorporados em razão da limitação de estudos que considerem tais informações no mapeamento de áreas sujeitas a alagamentos e inundações urbanas. A presença e as características da microdrenagem, bem como a adoção de técnicas compensatórias, exercem forte influência sobre o risco de ocorrência desses eventos em áreas urbanas. Assim, a inclusão desses elementos no processo de mapeamento desloca parcialmente o enfoque da macrodrenagem, representada pela rede hidrográfica natural (rios e córregos), para a microdrenagem. Dessa forma, busca-se reduzir incertezas e aprimorar a representação das áreas suscetíveis a inundações no contexto urbano. Ressalta-se que não existe um fator isolado capaz de caracterizar com precisão as áreas de inundação urbana; no entanto, a combinação de diferentes fatores ambientais e antrópicos mostra-se adequada para essa finalidade.

Cada fator de influência é subclassificado de acordo com os diferentes tipos de ocorrência e características do local, por exemplo, o fator de uso e ocupação da terra é representado por diferentes coberturas dentro de uma região, podendo ser subclassificado como cobertura florestal, corpo d'água, urbanização, vegetação rasteira, pastagem, solo exposto ou outros (Quadro1).

Quadro 1. Exemplo de subdivisão dos fatores em classes.

Fatores	Classes	Ponderação
Uso do solo	Cobertura florestal	
	Corpo d'água	
	Urbanização	
	Vegetação rasteira	



ETAPA 3 - Construção da tabela de ponderação das classes.

Os fatores e suas respectivas classes são inseridos em uma tabela simples composta por três colunas (Quadro 2). Os pesos de cada classe são estabelecidos com base na tabela de pesos das classes brasileiras (Anexo A). Os pesos estabelecidos variam entre 0 e 10, representando o grau de influência que cada classe, dentro do seu respectivo fator, exerce na ocorrência ou não de alagamentos e inundações. Por exemplo, o peso “0” refere-se à classe que tem influência mínima ou nenhuma influência na ocorrência de inundações.

Quadro 2. Exemplo de atribuição de notas às classes.

Fatores	Classes	Ponderação
Uso do solo	Fragmento florestal	1
	Reflorestamento	2
	Pastagem	3
	Agricultura	5
	Solo exposto	7
	Estrada Pavimentada	8
	Área urbana	8
	Corpos d'água	10



ETAPA 4 - Soma dos pesos.

Para a construção da escala de suscetibilidade local, é necessário definir seus limites. Para isso, realiza-se a soma dos pesos mínimos e máximos de cada fator, estabelecendo-se, assim, os limites externos da escala. Como exemplo desse procedimento, considere as ponderações de uma área fictícia, apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Ponderação das classes dos fatores de influência para um caso fictício.

Fator	Classes	Ponderação
Altimetria (m)	0 – 250	10
	250 – 500	9
Uso e ocupação do solo	Urbanização	8
	Solo exposto	7
	Vegetação rasteira	3
	Fragmento florestal	1
Hidrografia	Existe hidrografia	7
	Não existe hidrografia	3
Precipitação média anual (mm)	1800 – 2100	7
	2100 – 2400	8
Tipos de solo	ARGISSOLOS	5
	NEOSSOLOS	3
Declividade (%)	0 – 3	10
	3 – 8	7
	8 – 20	5
	20 – 45	4
Rede de drenagem	Não existe	7
	Existe rede	3
Estruturas compensatórias	Não existe	10
	Poço de infiltração	3

Inicialmente, determina-se o valor mínimo da escala de suscetibilidade, somando-se os menores pesos atribuídos a cada fator:

Valor mínimo = Altimetria (9) + Uso e ocupação do solo (1) + Hidrografia (3) + Precipitação (7) + Tipos de solo (3) + Declividade (4) + Rede de drenagem (3) + Estruturas compensatórias (3) = **33**

Em seguida, calcula-se o valor máximo da escala, somando os maiores pesos de cada fator:

Valor máximo = Altimetria (10) + Uso e ocupação do solo (8) + Hidrografia (7) + Precipitação (8) + Tipos de solo (5) + Declividade (10) + Rede de drenagem (7) + Estruturas compensatórias (10) = **65**

Dessa forma, a escala de suscetibilidade para o caso fictício varia de 33 a 65, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2. Limites da escala de suscetibilidade para o caso fictício.



ETAPA 5 - Construção da escala local.

Por fim, são definidas as faixas internas da escala de suscetibilidade à ocorrência de alagamentos e inundações. Para isso, o intervalo total obtido é subdividido em quatro classes de suscetibilidade: baixa, média, alta e muito alta, conforme a classificação de risco de inundações estabelecida pelo Ministério das Cidades (Brasil, 2007) apresentada no Quadro 4.

Quadro 4. Classificação dos graus de risco a inundação.

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo ou sem risco	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos e baixa frequência de ocorrência (sem registro de ocorrências significativas nos últimos 5 anos).
R2 Médio	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos e média frequência de ocorrência (registro de 1 ano de ocorrência significativa nos últimos 5 anos).
R3 Alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos, média frequência de ocorrência (registro de 1 ano de ocorrência significativa nos últimos 5 anos), que envolvem moradias de alta vulnerabilidade.
R4 Muito alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos, principalmente sociais, alta frequência de ocorrência (pelo menos 3 eventos significativos em 5 anos), que envolvem moradias de alta vulnerabilidade.

Fonte: adaptado de Brasil (2007).

As classes de suscetibilidade são representadas por intervalos correspondentes a 50%, 10%, 15% e 25% dos valores, conforme apresentado na Figura 3, representando as susceptibilidades baixa, moderada, alta e extremamente alta, respectivamente.

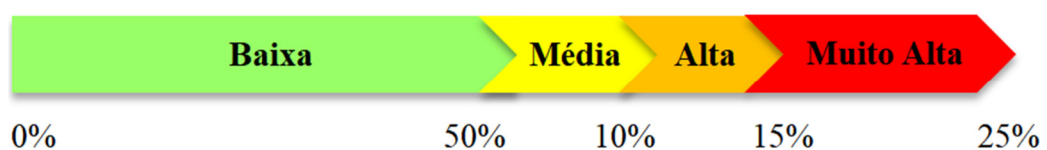


Figura 3. Intervalos da escala de suscetibilidade a ocorrência de alagamentos e inundações

As faixas de suscetibilidade são construídas de modo que os dados representem a melhor distribuição dos resultados, isto é, adotam-se intervalos distintos para cada faixa, visando à conformidade dos resultados com os conhecimentos de suscetibilidade a alagamentos e inundações consagrados na literatura. Este critério de intervalos distintos é adotado visando evitar superestimação das áreas delimitadas com suscetibilidade muito alta, ao mesmo tempo evitando subestimação das áreas com baixa suscetibilidade, como por exemplo, topos de morros. O critério de intervalos distintos é semelhante ao método de classificação padrão do *software* ArcGIS, denominado *Natural Breaks Jenks*, indicado para dados com distribuição não uniforme.

Considerando o caso fictício apresentado anteriormente, a escala de suscetibilidade à ocorrência de alagamentos e inundações ficaria como a apresentada na Figura 4.

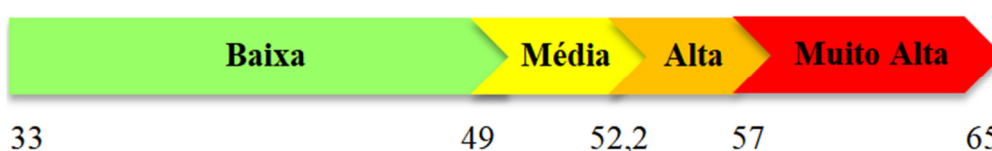


Figura 4. Escala de suscetibilidade para o caso fictício

A principal aplicação do método IMAAI é considerar a inundação em um cenário de ponto. Por exemplo, um cruzamento de rua onde o bueiro está danificado ou mal dimensionado. Nesse caso, cada fator de influência tem apenas uma classe de referência usada para determinar um índice de suscetibilidade local. Esse índice é comparado à escala local construída na Etapa 5, definindo a faixa de suscetibilidade à ocorrência de inundação sobre o ponto de interesse.

Uma abordagem secundária para aplicação do método IMAAI é considerar a suscetibilidade a ocorrência de inundações em um cenário de mapa. Por exemplo, um distrito ou cidade com características físicas que aumentam naturalmente a susceptibilidade à ocorrência de inundações. Neste caso, em vez de um índice de susceptibilidade de ponto, esta aplicação pode fornecer uma distribuição espacial de todas as áreas potencialmente suscetíveis a inundações, com base na sobreposição das oito camadas de fatores de influência.

A abordagem em cenário de mapa permite a quantificação efetiva da suscetibilidade à ocorrência de inundações em um município, favorecendo uma análise completa das

possíveis ações a serem adotadas. Embora a ideia principal por trás do desenvolvimento do método IMAAI não seja a aplicação em cenários de mapa, uma vez que um procedimento relativamente semelhante pode ser realizado usando técnicas já estabelecidas de geoprocessamento (por exemplo, a composição AHP-GIS), sua aplicabilidade a cenários complexos prova ser extremamente eficiente em termos de esforço computacional e representação realista das áreas de suscetibilidade em regiões muito grandes e em curto espaço de tempo.

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Área de estudo

Para exemplificar a aplicação do método IMAAI foi escolhido três pontos de teste, localizados no distrito Campeche, região Leste do município de Florianópolis - SC, Brasil. Todos os pontos são constantemente afetados por inundações urbanas causadas pela inexistência de redes de manejo de águas pluviais ou mal dimensionamento. A localização dos três pontos de teste é apresentada na Figura 5.

O primeiro ponto de teste está localizado na porção norte do Distrito de Campeche (Figura 5b). Os constantes eventos ocorridos neste ponto estão diretamente relacionados à ausência de sistema de captação de águas pluviais, juntamente com a impermeabilização e a presença do rio Tavares.

Esta região ainda é fortemente influenciada por características ambientais, principalmente em relação à presença de vegetação de mangue e influência direta da elevação das marés. O segundo ponto de teste está localizado na porção central do Distrito do Campeche (Figura 5c). Os constantes eventos ocorridos neste ponto estão diretamente relacionados à ausência de sistema de captação de águas pluviais, uma vez que essas ruas são parcialmente pavimentadas. O terceiro ponto de teste está localizado na porção sul do Distrito de Campeche (Figura 5d). A principal via de acesso na região possui cobertura parcial da rede de drenagem, basicamente composta por poços de infiltração que transbordam com chuvas intensas, inundando ruas transversais com menor declive. Além disso, neste ponto não há estruturas compensatórias e também não há sistema de drenagem por não ser asfaltado. Para todos os pontos, as informações dos oito fatores de influência foram investigadas in loco, procedimento padrão para aplicação do método IMAAI.

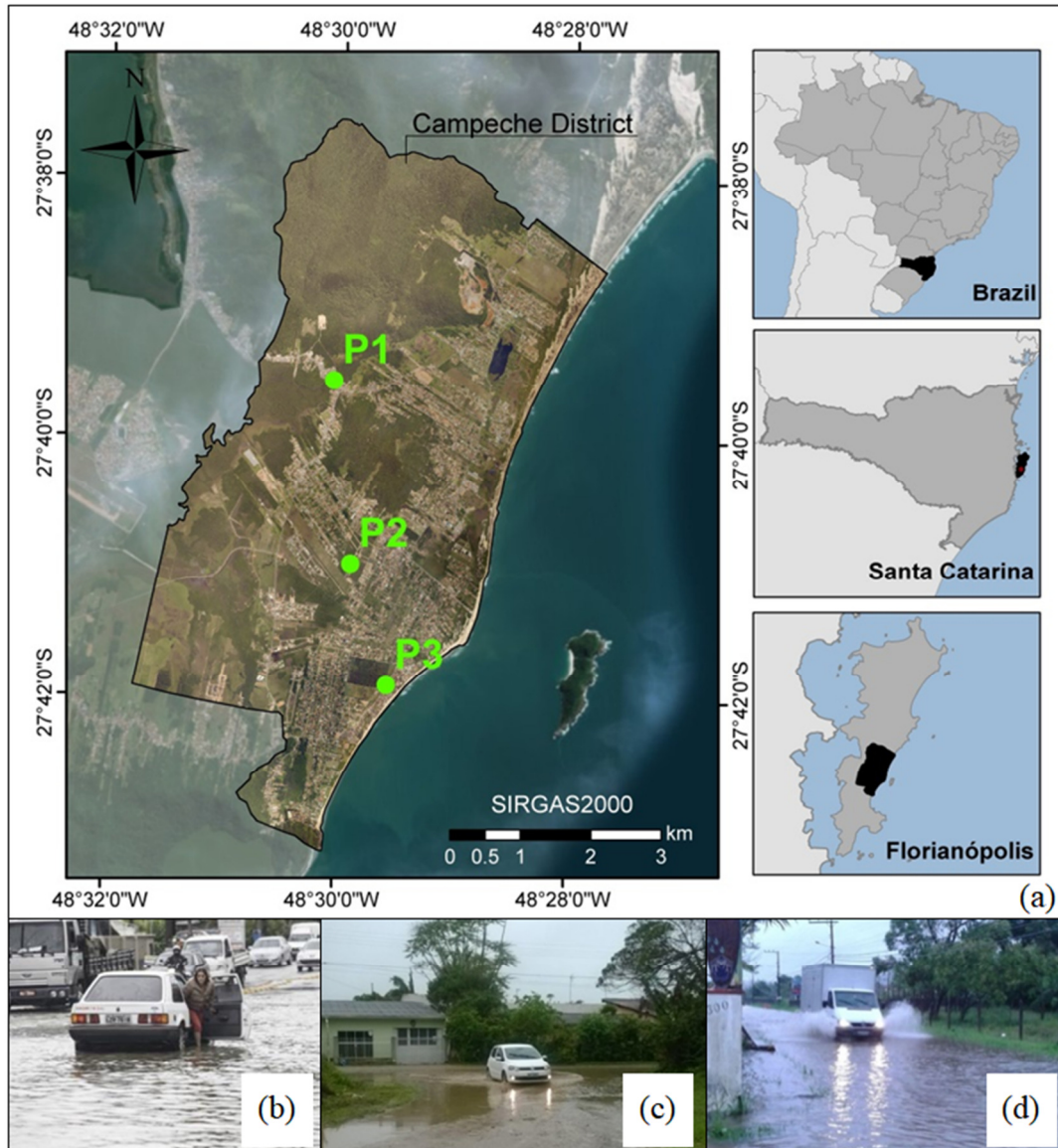


Figura 4. Localização (a), pontos de teste P1 (b), P2 (c) e P3 (d).
Fonte: Caprario et al. (2019)

Construção da escala local

As classes e pesos para cada fator de influência identificado no Distrito Campeche são apresentados no Quadro 5. A escala de suscetibilidade foi construída conforme o procedimento anteriormente descrito, sendo obtida pela combinação das notas mínimas e máximas de cada fator, uma escala com variação de 29 a 68 pontos. A escala final de suscetibilidade à ocorrência de alagamentos e inundações, construída a partir do quadro de

classificação e ponderação das classes dos fatores de influência encontrados no Distrito do Campeche, é apresentada na Figura 5.

Quadro 5. Classificação e ponderação das classes dos fatores de influência adaptada para o Distrito Campeche.

Fator	Classes	Ponderação
Altimetria (m)	0 – 250	10
	250 – 500	9
Uso e ocupação do solo	Corpos d'água	10
	Urbanização	8
	Solo exposto	7
	Vegetação rasteira	3
	Fragmento florestal	1
Hidrografia	Existe hidrografia	7
	Não existe hidrografia	3
Precipitação média anual (mm)	1800 – 2100	7
	2100 – 2400	8
	2400 – 2700	9
Tipos de solo	Argissolos	5
	Neossolos	3
Declividade (%)	0 – 3	10
	3 – 8	7
	8 – 20	5
	20 – 45	4
	45 – 75	3
	>75	1
Rede de drenagem	Não existe	7
	Existe rede	3
Estruturas compensatórias	Não existe	10
	Poço de infiltração	3
	Vala de infiltração	2

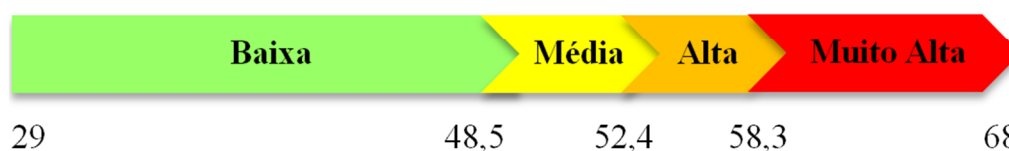


Figura 5. Escala final de suscetibilidade à ocorrência de alagamentos e inundações no Distrito do Campeche.

APLICAÇÃO EM CENÁRIO PONTUAL

As classes e pesos que representam os oito fatores de influência para cada ponto de teste são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Classes, pesos e índice de suscetibilidade para cada ponto de teste.

	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
Fator	Classes	Pesos	Classes	Pesos	Classes	Pesos
Altimetria	0 - 250	10	0 - 250	10	0 - 250	10
Uso do solo	Urbanização	8	Solo exposto	7	Solo exposto	7
Hidrografia	Ausência	3	Ausência	3	Existência	3
Precipitação média anual (mm)	2100 – 2400	8	2400 - 2700	9	2400 - 2700	9
Tipo de solo	Neossolos	3	Neossolos	3	Neossolos	3
Declividade (%)	0-3	10	20-45	4	0-3	10
Rede de drenagem	Ausência	7	Ausência	7	Ausência	7
Técnicas Compensatórias	Ausência	10	Ausência	10	Ausência	10
Índice de suscetibilidade	59		53		59	

É possível observar que a identificação das oito classes de fatores pode ser utilizada de forma simples e rápida para caracterizar a suscetibilidade de ocorrências de inundações em cada ponto de teste, permitindo a análise da influência entre os fatores. Por exemplo, o ponto 2 mostra um terreno fortemente ondulado (declive variando de 20-45%), fator que influencia diretamente na redução da faixa de suscetibilidade, no caso, de muito alta para alta. É interessante notar como o índice de suscetibilidade permaneceu o mesmo para o ponto 1 e ponto 3, embora a precipitação média no ponto 3 tenha sido maior. Esse fato pode estar relacionado ao uso do solo, que se caracteriza por intensa urbanização no ponto 1 e áreas sem vegetação no ponto 3.

APLICAÇÃO EM CENÁRIO DE MAPA

Para representar visualmente a suscetibilidade à ocorrência de inundações em todas as áreas do Distrito de Campeche, o método IMAAI foi aplicado considerando um cenário de mapa composto por múltiplos pontos de teste. É importante lembrar que a suscetibilidade determinada pelo método IMAAI em cenários de mapas é afetada pela qualidade da representação espacial dos oito fatores de influência. Desta forma, um banco de dados espacial (Figura 7) foi construído para o Distrito; entretanto, vale ressaltar que os dados espaciais nem sempre são atualizados e podem gerar divergências com a situação real. Portanto, os resultados apresentados devem ser analisados conceitualmente antes de se tirar conclusões sobre as reais condições de suscetibilidade da área.



Figura 6. Banco de dados espacial dos fatores que influenciam a ocorrência de alagamentos e inundações no Distrito Campeche.

Fonte: adaptado de Caprario e Finotti (2019)

Após a preparação do banco de dados, os fatores de influência foram sobrepostos, resultando na distribuição espacial das faixas de suscetibilidade para todo o Distrito do Campeche, conforme apresentado na Figura 7 e sintetizado na Tabela 2.

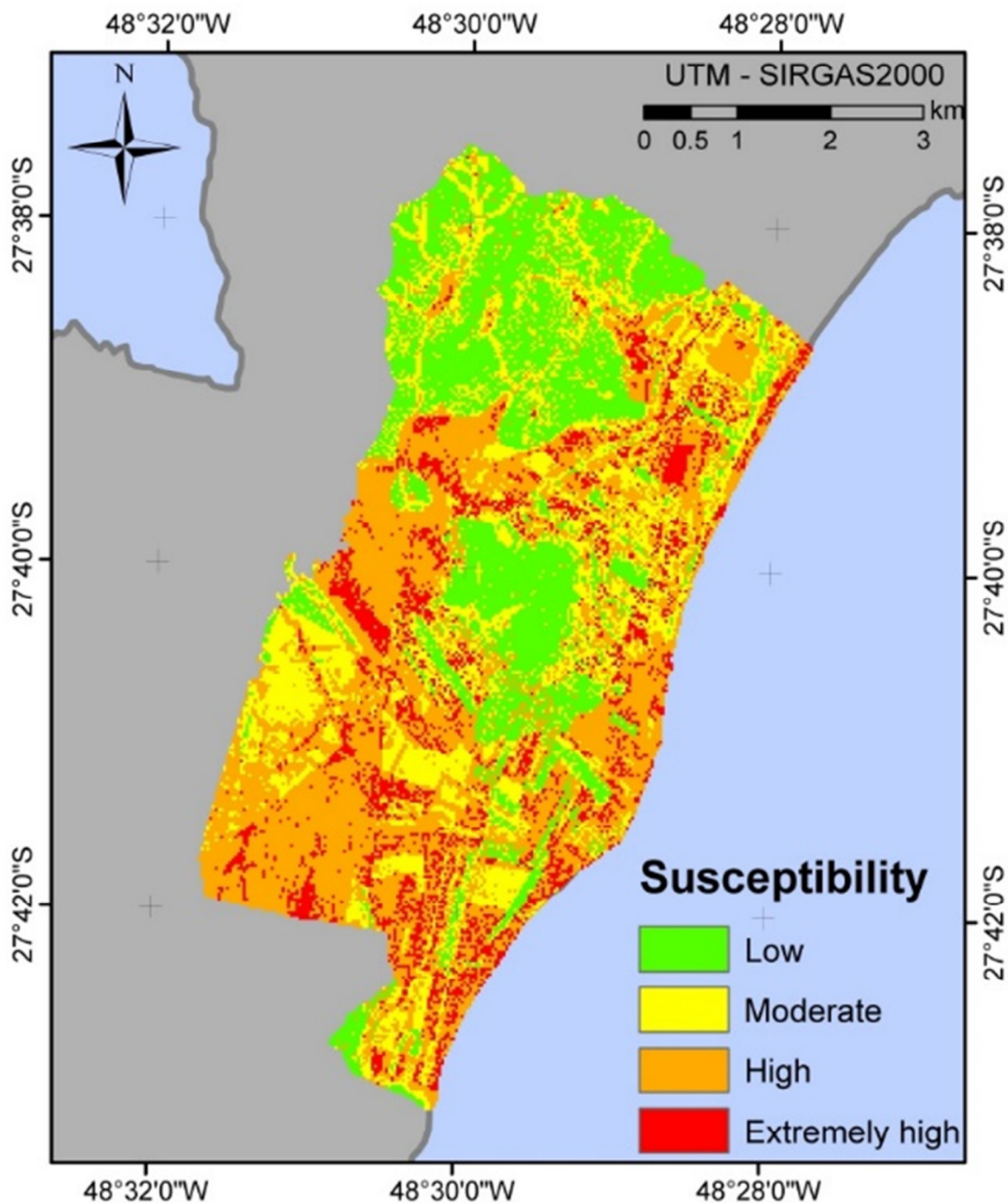


Figura 7. Suscetibilidade à alagamentos e inundações no Distrito Campeche.

Fonte: Caprario e Finotti (2019)

Tabela 2: Suscetibilidade a alagamentos e inundações obtidas por meio do cenário de mapas do IMAAI para o Distrito Campeche.

Suscetibilidade	Área (km ²)	%
Baixa	8,49	24,33
Média	8,60	24,62
Alta	13,84	39,63
Muito alta	3,98	11,41
Total	34,91	100,00

Fonte: Caprario e Finotti (2019)

Diversas considerações podem ser extraídas dos resultados. Em primeiro lugar, o mapa de suscetibilidade mostra que faixas de suscetibilidade altas e extremamente altas são evidenciadas basicamente em todas as áreas planas. Este fato pode ser justificado pela existência local de aquíferos rasos, que proporcionam rápida elevação do lençol freático por saturação durante períodos de maior pluviosidade (Cunha et al., 2012).

Além disso, o mapa fornece informações que não podem ser extraídas apenas pela observação visual. Como pode ser visto na Tabela 2, as áreas com suscetibilidade baixa e moderada juntas representam aproximadamente 49% da área total do Distrito. Devido ao número de fatores de influência considerados, não é possível identificar relações diretas, apenas tendências que justifiquem esta classificação. Por exemplo, a suscetibilidade a inundações diminui em áreas onde existe uma rede de drenagem associada a estruturas compensatórias, o mesmo é observado em áreas com declives elevados, como no topo de morros onde a suscetibilidade é classificada como baixa. É importante observar que uma análise ponto a ponto da suscetibilidade em cenários de mapas exigiria o tratamento de uma grande quantidade de informações com probabilidade de erros relacionados a informações desatualizadas. Porém, a aplicação da ferramenta em banco de dados atualizado proporciona informações rápidas e precisas, além de facilitar a extração de relatórios, podendo auxiliar no planejamento e gestão urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, F. A. R. Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do Rio Mamanguape/PB. Paraíba: Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia; 2006.

BRASIL, Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistemas de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1997, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Portal da Legislação: Leis Ordinárias. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.html

BRASIL, Ministério das Cidades. Plano diretor participativo: guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos. Brasília: Confea, 2004.

CAPRARIO, J. Desenvolvimento de um Instrumento para o Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Alagamentos e Inundações Urbanas. (Dissertação). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico; Florianópolis. 2017.

CAPRARIO, J; FINOTTI, A. R. Socio-technological tool for mapping susceptibility to urban flooding. *Journas of Hydrology*. 574 (2019): 1152-1163.

CUNHA, L; LEAL, C; TAVARES, A. SANTOS, P. Risco de inundação no município de Torres Nova (Portugal). *Rev. Geonorte. Ed. Especial*. 2012; 1(4): 961-973.

FURTADO, J. R (coordenadora). Metodologia de avaliação de vulnerabilidade para mapeamento de áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações: proposta piloto em Santa Catarina. Florianópolis: CEPED UFSC; 2014.

HAGEMEIER-KLOSE, M., WAGNER, K. Evaluation of flood hazard maps in print and web mapping services as information tools in flood risk communication. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2009 Abr, 563-574.

REIS, J. T; SILVA, J. S; MICHEL, G. P; KOBIYAMA, M. Mapeamento da vulnerabilidade a desastres hidrológicos nos Municípios de Alto Feliz e São Vendelino/RS como forma de contribuição à engenharia de sedimentos. XI Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos – ENES. João Pessoa: ABRH. 2014.

SMPC, Serviço Municipal de Proteção Civil. Dossiê de Sustentabilidade. Cascais: Câmara Municipal de Cascais/ Serviço Municipal de Proteção Civil. 2015

SOUSA, L. F. N. M. Metodologia para o mapeamento de cheias em zonas de risco. Aplicação a um troço de um rio do norte de Portugal. [dissertação]. Portugal: Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia; 2012.

ANEXO A - Classificação e ponderação brasileira das classes dos fatores de influência.

Fator	Classes	Ponderação
Altimetria (m)	0 – 250	10
	250 – 500	9
	500 – 750	8
	750 – 1000	7
	1000 – 1250	6
	1250 – 1500	5
	1500 – 1750	4
	1750 – 2000	3
	2000 – 2250	2
	2250 – 2500	2
	2500 – 2750	1
	2750 – 3000	1
Uso e ocupação do solo	Corpos d'água	10
	Mangue/pântano	9
	Rizicultura	9
	Urbanização	8
	Estrada pavimentada	8
	Não pavimentada	7
	Solo exposto	7
	Estepe	6
	Agricultura	5
	Pastagem	4
	Vegetação rasteira	3
	Reflorestamento	2
Hidrografia	Fragmento florestal	1
	Existência	7
Estruturas compensatórias	Ausência	3
	Ausência	10
	Trincheira	5
	Poço de infiltração	3
	Vala de infiltração	2
	Bacia de detenção	1

Fator	Classes	Ponderação
Precipitação média anual (mm)	< 300	1
	300 – 600	2
	600 – 900	3
	900 – 1200	4
	1200 – 1500	5
	1500 – 1800	6
	1800 – 2100	7
	2100 – 2400	8
	2400 – 2700	9
	2700 – 3000	9
	> 3000	10
Tipos de solo	GLEISSOLOS	10
	ORGANOSSOLOS	9
	PLANOSSOLOS	8
	VERTISSOLOS	8
	LUVISSOLOS	7
	CHERNOSSOLOS	6
	NITOSSOLOS	6
	ARGISSOLOS	5
	LATOSSOLOS	5
	PLINTOSSOLOS	4
	NEOSSOLOS	3
	CAMBISSOLOS	2
Declividade (%)	ESPODOSSOLOS	1
	0 – 3	10
	3 – 8	7
	8 – 20	5
	20 – 45	4
	45 – 75	3
Rede de drenagem	> 75	1
	Ausência	7
	Existência	3

Cadernos Técnicos LAUTEC
Uma publicação seriada do
Laboratório de Águas Pluviais Urbanas
e Técnicas Compensatórias da
Universidade Federal de Santa Catarina

Caderno Técnico 1

Universidade Federal de Santa Catarina
CTC – ENS LAUTEC

Florianópolis | 2026



Laboratório de Águas Pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias da Universidade Federal de Santa Catarina trabalha no campo do manejo de águas pluviais urbanas. O maior destaque de sua atuação é em pesquisa e desenvolvimento de soluções sustentáveis para o manejo de águas pluviais no Brasil.