



SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO EM ÁREAS URBANAS NO ALTO CURSO DO RIO PACIÊNCIA, SÃO LUÍS- MA

Vitória Gleyce Sousa Ferreira
Melina Fushimi
Karina Vieira de Govêa
Quésia Duarte da Silva
Priscila Ikefuti
Brenda Graziela Pereira Madeira
Izani Gonçalves dos Santos Pereira
Weslem Jhony de Oliveira Rodrigues

RESUMO

A crescente urbanização e a ocupação desordenada da terra têm intensificado os problemas relacionados às inundações, como deslocamentos, perdas de bens e até mesmo ameaçando a segurança e a saúde da comunidade. Além disso, essas inundações muitas vezes revelam desigualdades sociais. O bairro Jardim São Cristóvão, localizado em São Luís (MA), enfrenta tais desafios, dado seu posicionamento próximo ao alto curso do Rio Paciência e à dinâmica de urbanização e ocupação. Este estudo objetivou analisar a suscetibilidade à inundação no bairro, a partir da setorização de quatro áreas, com o objetivo de identificar as zonas mais vulneráveis e fornecer subsídios para políticas de mitigação. O trabalho adota uma abordagem quanti-qualitativa e exploratória, utilizando a metodologia de Guerra et al. (2009), adaptada por Gomes (2020), para avaliar variáveis ambientais como drenagem natural, impermeabilização e assoreamento. A análise é complementada pela técnica DELPHI em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que atribui pesos às variáveis investigadas. Os resultados indicaram que o Setor 4 é o mais suscetível às inundações, com um índice de 0,2753, enquanto o Setor 1 apresenta a menor suscetibilidade, com índice de 0,072. A delimitação das áreas mais suscetíveis pode subsidiar a implementação de medidas preventivas e mitigadoras, visando a redução dos impactos das inundações nesta região.

Palavras-chave: Suscetibilidade, inundação, ambiente urbano, socioambiental.

INTRODUÇÃO

As inundações são fenômenos naturais que quando associado aos fatores sociais, geram consequências significativas, como deslocamentos, perdas de bens e até mesmo ameaçando a segurança e a saúde da comunidade. Além disso, essas inundações muitas vezes revelam desigualdades sociais. As crescentes ocupações das cidades com os recorrentes casos de inundações revelam o processo histórico de urbanização desarticulado ao planejamento conforme as características ambientais do local. Portanto, a identificação das regiões mais suscetíveis às inundações são essenciais para a gestão e mitigação dessas áreas já ocupadas.



Conforme a morfologia fluvial e a própria dinâmica climática de determinadas regiões, é possível identificar que existem áreas e períodos específicos que naturalmente são mais propícios às inundações, como as planícies de inundações, áreas de várzeas nos períodos com expressivos índices pluviométricos.

No contexto urbano, “as cheias (enchentes) dos rios e, conseqüentemente, as inundações são causadas pelas precipitações e pelo escoamento superficial gerado pela impermeabilização do solo” (Farias; Mendonça, p.02, 2022). “A impermeabilização gerada pela urbanização altera as condições de escoamento natural nos terrenos, diminuindo o tempo de concentração nas bacias de drenagem, aumentando progressivamente as vazões e os danos ocasionados pelas inundações” (Campo et al., p. 68, 2015).

Em São Luís, capital do Estado do Maranhão, o processo de expansão urbana foi lento e acelerado, principalmente nas décadas de 1960 e 1970, com a implantação de sistemas viários, construções de pontes e grandes projetos industriais. A cidade se expandiu de forma espalhada, ocupando áreas periféricas em relação ao centro do município (Correa, 2013).

O crescimento e desenvolvimento no setor de prestação de serviços ao longo dos anos, impulsionou o processo de urbanização do bairro Jardim São Cristóvão (Correa, 2013). Este bairro, que abrange o recorte geográfico de análise, teve seu crescimento caracterizado pelas construções habitacionais e apresenta áreas densamente ocupadas que atingem o canal principal do alto curso do Rio Paciência, sendo propícios a inundações, principalmente durante o período chuvoso, devido alto índices pluviométricos mais expressivos entre os meses de janeiro a julho.

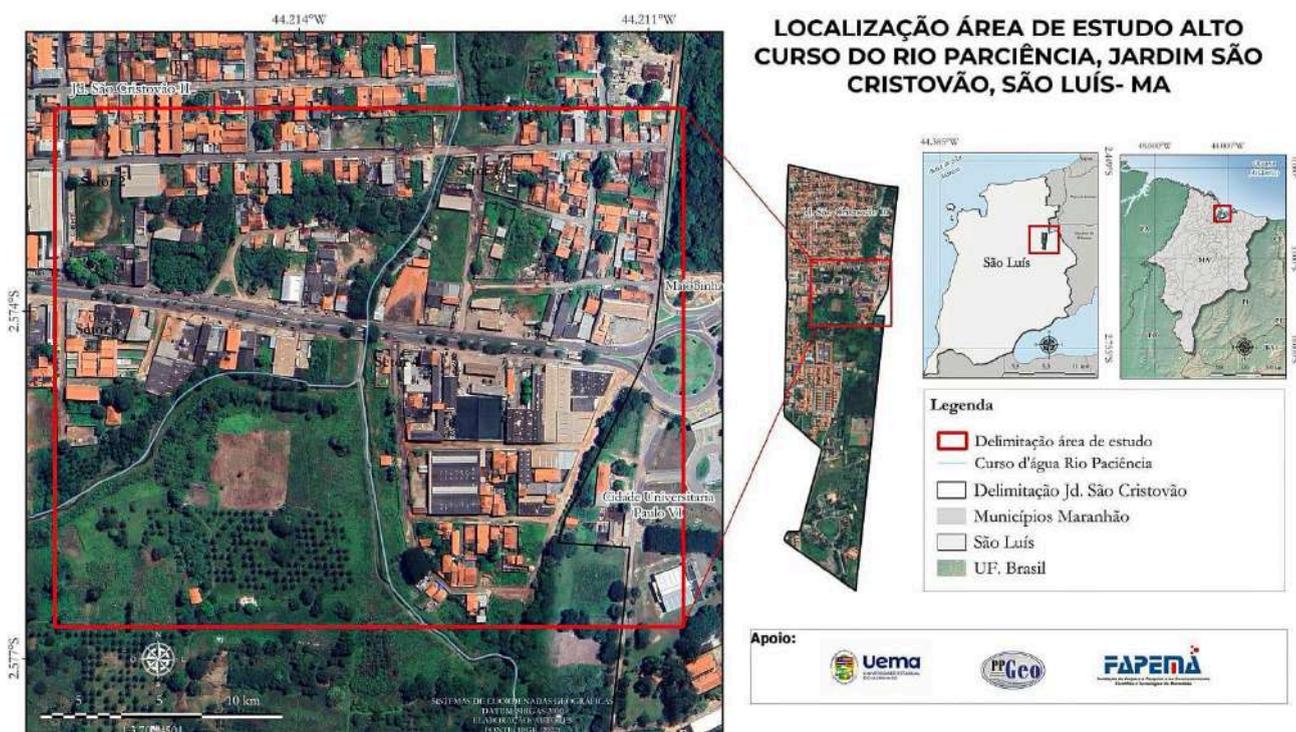
O estudo tem como objetivo analisar o nível de suscetibilidade à inundações em uma do bairro jardim São Cristóvão, por meio da divisão desta área em quatro setores para melhor visualização detalhada da problemática em questão a partir da metodologia elaborada por Guerra *et al.* (2009) e adaptada por Gomes (2020), a fim de aferir e identificar a áreas de maior exposição à inundações em busca de contribuir para a elaboração de estratégias mais eficazes de prevenção e mitigação dos impactos das inundações.

METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no Jardim São Cristóvão, bairro da zona urbana da capital de São Luís do Estado do Maranhão. Com um recorte de aproximadamente 0,50 quilômetros (Figura 1).

Figura 1- Localização Área de estudo, alto curso do rio Paciência, bairro Jardim São Cristóvão, São Luís-MA



Fonte: dados da pesquisa (2025).

3.2 Setorização

A presente pesquisa tem como objetivo analisar os quatro setores suscetíveis à inundação no alto curso do Rio Paciência no bairro do Jardim São Cristóvão, a fim de categorizá-los, mapeá-los e caracterizá-los. Portanto, trata-se de um trabalho quanti-qualitativa e exploratória. Dessa forma, a seguir se delineia a setorização, as fichas utilizadas, o uso do Excel e do DELPHI e os as técnicas trabalhadas em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Como recorte estudado, delimitou-se quatro setores no alto curso do rio Paciência. Como critério, foram levados em consideração as recorrentes inundações

ocorridas nessas áreas e a divisão foi realizada a partir do arruamento local e do curso do rio, desta forma, obteve-se dois setores nas margens esquerda e dois à direita.

3.3 Fichas

Para obtenção dos resultados de suscetibilidade à inundação, foi utilizada a metodologia elaborada por Guerra *et al.* (2009) adaptado por Gomes (2020), sendo está uma ficha denominada de “fatores de suscetibilidade à inundação”. Para a pesquisa em tela, foram utilizadas uma para cada setor. Nesta aplicação foram avaliados a drenagem natural, lançamento de detritos, cobertura vegetal, impermeabilização das margens, grau de assoreamento dos canais, direção da drenagem, rede de águas pluviais, qualidade estrutural das moradias, existência de acesso de pedestres e lançamento de esgoto, estabelecendo um nível de 1 a 5 para cada uma dessas variáveis, sendo 1 para melhor e 5 para o pior (alta suscetibilidade à inundação).

3.4 Excel

Após a aplicação das fichas, adotou-se o método do DELPHI, utilizado por Gomes (2020), para atribuir o peso aos níveis anteriormente mencionados, o método de normalização de valores sendo de 1 a 5, para de 0 a 1, onde 0 apresenta a menor importância (Suscetibilidade à inundação) e um a maior. Em seguida, os dados obtidos em campo por meio do preenchimento das fichas foram colocados em uma planilha, conforme a figura 2.

Figura 2 – Tabela do Excel

VARIÁVEIS DE INUNDAÇÃO								
	Variável	Nível (Resultado do campo)	Delphi	Ponderação (Nível*Delphi)	Soma (Σ ponderação)	Divisão (Σ ponderação/10)	Equação por setor	Equação área total
1	Influência dos canais	5	1	5	34,25	3,425	154,125	0,851519337
2	Lançamento de lixo/entulho	5	1	5				
3	Cobertura Vegetal	5	1	5				
4	Impermeabilização	5	1	5				
5	Assoreamento	5	1	5				
6	Drenagem - rio principal	4	0,75	3	45	181		
7	Drenagem pluvial	2	0,25	0,75				
8	Qualidade das moradias	4	0,75	0,5				
9	Acesso para pedestres	5	1	5				

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Foram estabelecidos o resultado das fichas em campo, a padronização para o DELPHI, a ponderação (o produto do nível e DELPHI), a divisão (a ponderação dividida pela quantidade de variáveis), a equação por setor (o resultado da divisão multiplicado pelo número de domicílios por setor) e a equação geral o resultado da equação geral dividida pelo total geral de domicílios). O resultado a ser utilizado para



aferir a suscetibilidade à inundação em cada setor é a equação geral. Neste trabalho, devido a setorização em quatro setores, obteve-se quatro resultados de equações gerais.

3.4 Ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Os dados obtidos em campo foram tratados no Excel[®] e especializados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no software *Qgis* 3.34. Para a produção do produto cartográfico foi utilizado a ferramenta *BaseMap* do *Qgis* com imagem de satélite do *Street View* e está situado na escala 1:3.700.

Foi construído o Mapa de Suscetibilidade mediante a técnica de análise coroplética (mapa temático) que constituem na associação Análise Exploratória de Dados Espaciais (*Exploratory Spatial Data Analysis – ESDA*) utilizando dados quanti-qualitativos que normalmente representam o fenômeno em superfície estatística por meio de áreas simbolizadas com cores (círculo cromático) de acordo com sua proporcionalidade, de acordo com Monteiro (2004).

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Suscetibilidade, inundação e impactos provocados pela inundação

Os riscos e desastres hidrológicos, como inundações, estão entre os fenômenos naturais mais frequentes e impactantes nos espaços urbanos brasileiros, especialmente em regiões onde a ocupação humana desconsidera as dinâmicas naturais dos corpos hídricos. De acordo com Tominaga, Santoro e Amaral (2009), o risco de desastre engloba três (3) variáveis perigo, exposição e vulnerabilidade, que relacionam entre si e dimensionam os impactos. Fenômenos como temporais, chuvas intensas, tornados e estiagens severas podem ocorrer com maior frequência, elevando as chances de desastres ambientais.

Os desastres ambientais que competem a processos e fenômenos naturais que provocam danos e perdas em bens, infraestruturas, pessoas e cidades, referente aos desastres hidrológicos justamente com os desastres geológicos e climatológicos, são os que mais ocorrem no Brasil (Sulaiman, 2021). No entanto, é deficitário o monitoramento de rios no país, especialmente, em tempo real.

Segundo o Relatório de Sendai (2015), os desastres naturais ocorrem quando eventos físicos, como chuvas intensas, ventos fortes, erupções vulcânicas ou terremotos,



impactam as populações humanas. Embora esses fenômenos sejam distintos entre si, compartilham características como a alta energia, que lhes confere a capacidade de afetar significativamente as áreas atingidas, e o fato de ocorrerem naturalmente, sendo parte da dinâmica evolutiva do planeta, com uma ampla variação em suas manifestações.

A frequência e a gravidade dos desastres ambientais têm aumentado, gerando altos custos humanos e econômicos para os países e comunidades afetadas. Esses eventos, muitas vezes de baixa probabilidade, mas de grande impacto, afetam infraestruturas sensíveis e são fenômenos complexos. O risco de desastres cresce devido à maior exposição de pessoas e bens a perigos naturais. Além disso, os impactos dos desastres não são uniformemente distribuídos globalmente, exacerbando desigualdades já existentes, como as de gênero (Relatório de Sendai, 2015).

Com vista aos desastres hidrológicos, enquadrando dentro dos desastres ambientais, é crescente a preocupação em muitas partes do mundo associado a perdas de vidas humanas e animais, com números crescentes de óbitos, prejuízos sociais e econômicos, de forma que a preparação e resposta estratégica são fundamentais para reduzir seus impactos, incluindo a implementação de sistemas de alerta precoce, o fortalecimento das infraestruturas de proteção, e a educação da população sobre medidas de prevenção e mitigação, especialmente em áreas de maior vulnerabilidade (Kobiyama, 2015).

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), reúne os aspectos biológicos, geológicos, climatológicos, hidrológicos e meteorológicos. Os desastres hidrológicos são classificados de acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), em três (3) categorias com suas respectivas definições de acordo com a figura 2.

Figura 2- Tipos de desastre hidrológico

Grupo	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO	COBRADE	SIMBOLOGIA
2. Hidrológico	Inundações	0	0	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.	1.2.1.0.0	
	Enxurradas	0	0	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.	1.2.1.0.0	
	Alagamentos	0	0	Estrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.	1.2.1.0.0	

Fonte: Adaptado de COBRADE, (2021)

As inundações, escopo deste estudo, Gomes (2020) nos esclarece que o desastre não é causado apenas pela subida do nível da água, mas sim pelo contexto de vulnerabilidade social e ambiental criado pela ocupação e uso inadequado desses territórios. De forma que a oscilação no nível de um corpo hídrico, é um fenômeno natural que faz parte da dinâmica ambiental. Essa variação ocorre, por exemplo, em função de chuvas sazonais ou ciclos hidrológicos regulares, que, no entanto, o que transforma esse fenômeno natural, no caso, as inundações, em um desastre está relacionado à intervenção humana no ambiente, principalmente, quando as pessoas passam a ocupar as margens de rios, que são áreas suscetíveis a processos de inundações, que sem infraestrutura adequada, são expostas ao risco de dano.

Os desastres hidrológicos em São Luís, assim como em outras regiões do Maranhão, são eventos significativos que incluem enchentes, alagamentos, inundações e secas, influenciados por diversos fatores climáticos, sociais e geográficos. Entendo que, os impactos desses fenômenos sobretudo, das inundações são de múltiplas dimensões, destacando o deslocamento de famílias devido à presença de residências próximos a corpos hídricos, perdas de bens materiais, danos à infraestrutura urbana, agravos de saúde e psicossociais, contaminações e degradações ambientais, dentre outros impactos.



Em consonância a Gomes (2020) a suscetibilidade desses eventos está atrelada a infraestrutura e condições urbanas.

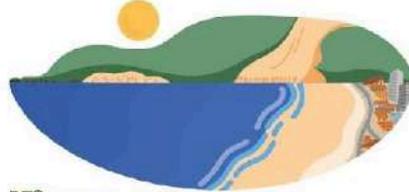
A área de destaque no estudo, se assemelha a pesquisa de Louzeiro (2022) em que há sobreposição entre exposição física e vulnerabilidade social caracterizando os setores de risco, especialmente por estarem em área periférica, em uma combinação de fatores naturais, estruturais e sociais, exigindo intervenções integradas para reduzir os riscos e fortalecer a resiliência das comunidades afetadas,

[...] onde são encontrados problemas relacionados a sistemas de saneamento básico, abastecimento de água, drenagem pluvial, desigualdade social, ocupações de encostas e margens de rios, etc. Então, a sobreposição da exposição física (fatores naturais e estruturais da área) com a vulnerabilidade social (alta suscetibilidade, baixa capacidade de lidar e de adaptação) constitui-se em territórios de risco (LOUZEIRO, 2020, p. 22)

Logo, partindo deste ponto, para avaliar essa exposição ao risco de inundação mencionada acima, uma das ferramentas de análise que pode ser utilizada e adaptada é a “Ficha de análise a Fatores de Suscetibilidade à inundação” de Guerra et al. (2009), adaptada por Gomes (2020). “A qual trata da atribuição de níveis de exposição a inundações considerando variáveis ambientais como drenagem natural, cobertura vegetal e assoreamento de canais.” (Gomes, 2020, p. 51). De forma que, o processo de atribuição de níveis de exposição a inundações, possibilita identificar e classificar áreas com maior ou menor suscetibilidade a esse evento, envolve a análise de variáveis ambientais e a adaptação às condições específicas no recorte espacial (Gomes, 2020).

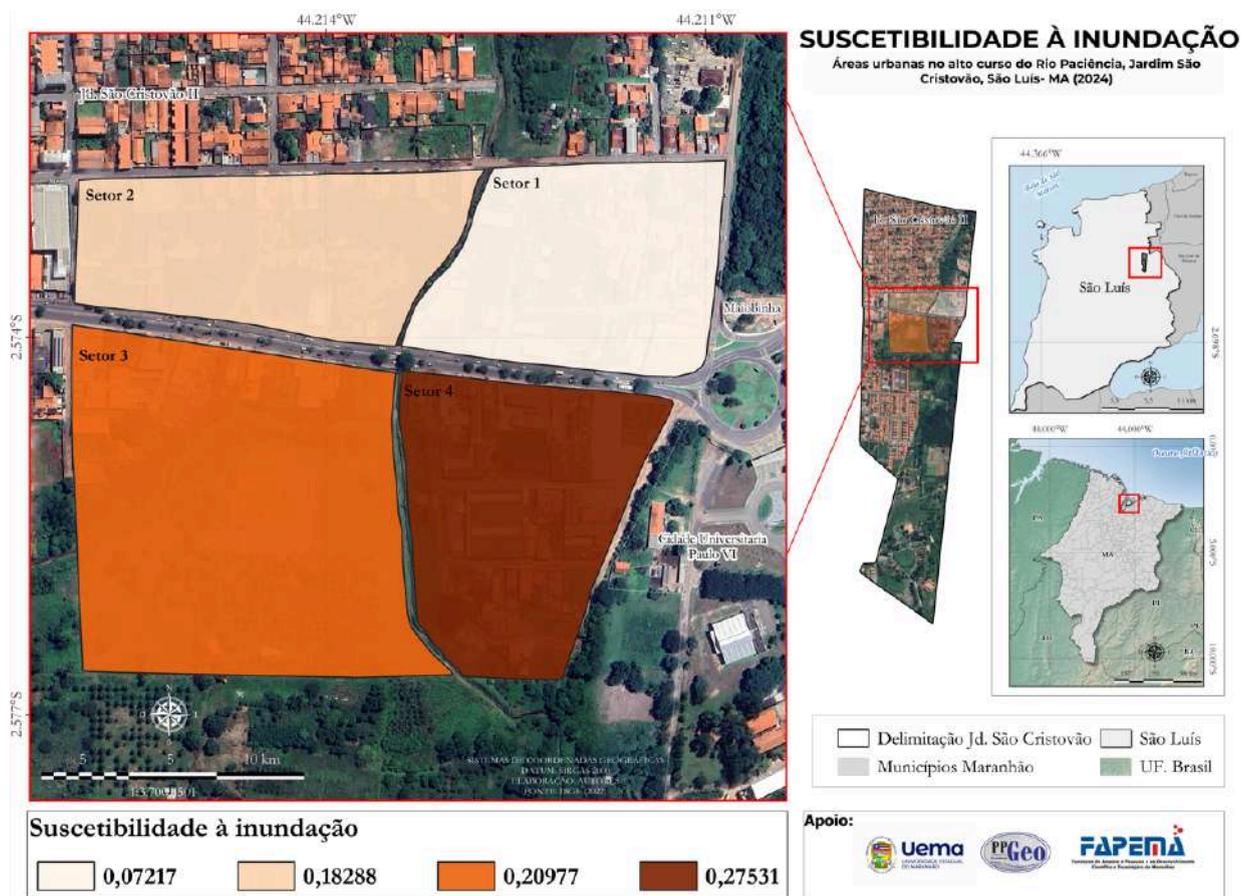
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A investigação das áreas suscetíveis a inundação demonstrou que os Setores 1, 2, 3 e 4 possuem, respectivamente, 0,07217, 0,18288, 0,20977 e 0,27531, sendo o setor 1 menos suscetível e setor 4 mais suscetível a inundação (Figura 3).



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

Figura 3- Suscetibilidade a inundações em áreas urbanas localizadas no alto curso do rio Paciência, bairro Jardim São Cristóvão, São Luís- MA



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Setor 1

O setor 1 área com menor suscetibilidade, possui seu canal situado dentro do limite de vazão do canal do rio, há a presença de inúmeros resíduos sólidos de diferentes características. Apesar de ter presença de vegetação, a presença de mamoneiras é característica de áreas degradadas, conforme estudos de Santos et al. (2025) (Figura 4).

Figura 4- Imagem setor I presença de resíduos sólidos, assoreamento e impermeabilização das margens.



Fonte: dados da pesquisa (2025).

O setor se encontra completamente assoreado, com a presença de resíduos e partículas suspensas. Os resíduos presentes nas ruas são transportados diretamente para o rio e a presença de bueiros revelou este acúmulo de resíduos, que contribui para intensificação dos episódios de inundação (Figura 5).

Figura 5- Rede de águas pluviais com presença de resíduos

Fonte: dados da pesquisa (2025).



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Setor II

O setor II apresentou um nível baixo de suscetibilidade à inundação. Segundo as análises das variáveis apresentadas na metodologia utilizada, a drenagem natural encontra-se dentro de canal de drenagem, desta forma tendo o DELPHI de 1, sendo muito relevante para a suscetibilidade.

Quanto ao lançamento de detritos neste setor, a área apresenta uma quantidade significativa de resíduos que são lançados frequentemente dentro do próprio canal fluvial e também em suas margens, conforme exemplificado na figura 6, para essa variável estabeleceu-se o DELPHI de 1, sendo muito significativa na área.

Figura 6 – Resíduos nas margens do setor II



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Neste setor, constatou-se também que as margens se encontram quase que totalmente expostas, a retirada da cobertura vegetal foi significativa, favorecendo o assoreamento do canal. Desta forma, o DELPHI dessa variável foi definido com 1.

A impermeabilização das margens está acima de 81%, dificultando por vezes que ocorra a infiltração da água no solo e cooperando para um cenário que pode ser ainda mais catastrófico em casos de fortes chuvas, tendo o DELPHI de 1, sendo de alta relevância para esta análise.

Para o grau de assoreamento do canal, foi apresentado o DELPHI de 1, em decorrência da área apresentar avançado grau de assoreamento e não ser muito profundo. Esse assoreamento pode ser explicado pela desproteção das margens em decorrência da retirada da cobertura vegetal. Em relação a drenagem em direção ao canal principal, constatou-se que as ruas estão totalmente asfaltadas e impermeabilizadas, tendo como direção de suas águas pluviais o próprio rio. Nesta variável o DELPHI foi de 1.

Mesmo havendo presença de canaleta (figura 7) ou bueiros, as mesmas se encontram mal distribuídas ou quebradas, muitas vezes não suficiente para a vazão de água, o DELPHI identificado foi de 0,75, sendo bem relevante.

Figura 7 – Canaleta entupida



Fonte: dados da pesquisa (2025).

As moradias da área, são em material de alvenaria, com revestimento, com fundação aparentemente estável, mas com estrutura deficiente para área mencionada. Em decorrência deste motivo, a qualidade estrutural das moradias apresenta DELPHI de 0,5, sendo de pouquíssima relevância. Há existência de acesso aos pedestres e as ruas apresentam-se totalmente calçadas, facilitando o trânsito tanto de pessoas como de automóveis, por não existir dificuldades, o DELPHI foi de 0.

O lançamento de esgoto no canal ocorre de forma *in natura* (figura 8), há a presença de valas à céu aberto e para esta variável, o DELPHI foi de 1, sendo muito relevante para a análise.

Figura 8 – Esgoto direcionado diretamente ao rio



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Setor III

O setor III apresentou um aumento na suscetibilidade. Segundo as análises das variáveis utilizadas, a drenagem natural encontra-se dentro de canal de drenagem, sobretudo de 1ª ordem, desta forma tendo o DELPHI de 1, sendo muito relevante para a suscetibilidade. Associado ao lançamento de detritos neste setor, a área apresenta uma quantidade significativa de resíduos sólidos que são lançados frequentemente dentro do próprio canal fluvial, mas também em suas margens ocasionando a poluição, contaminação e assoreamento do corpo hídrico. Para essa variável estabeleceu-se o DELPHI de 1, sendo de impacto significativo na área.

Neste setor, constatou-se também que as margens se encontram extremamente expostas, com significativa a retirada da cobertura vegetal, o que favorece o assoreamento do canal, a alteração no fluxo de água, alteração na capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo (Figura 9). Em paralelo, há presença de obra de contenção nas margens a base de sacos de areia sobrepostos, além do grau de assoreamento extremo, condicionado as atividades e ocupação humanas, favorecendo a incidência de desastres, atribuindo o DELPHI de ambas as variáveis é de 1, sendo de alta relevância para fenômenos impactantes. Por outro lado, a impermeabilização das margens ocorreu em 41 a 60 % com valor de DELPHI em 0,50.

Figura 9 – Margem do setor III com solo exposto



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Em relação a drenagem em direção ao canal principal, constatou-se que no setor, semelhante aos demais, as ruas estão totalmente asfaltadas e impermeabilizadas, com

direção de suas águas pluviais para o rio principal, atribuindo-se o DELPHI de valor 1. Somando-se a existência de bueiros e canaletas, contudo em condições não adequadas para a alta vazão em períodos chuvosos, portanto atribuindo o DELPHI de valor 0,75. Em conjunto, há presença de via para pedestres pavimentadas, as moradias do setor são em material de alvenaria com revestimento em com fundação aparentemente estável, mas com estrutura deficiente para área mencionada, sendo o DELPHI apresentado de 0,50.

Por fim, de grande agravamento, há lançamento de forma *in natura* de esgoto no canal com presença de valas à céu aberto (Figura 10). Em períodos chuvosos a água contaminada que transborda advinda desses lançamentos podem acarretar doenças à população em torno como leptospirose, hepatite, diarreias e outras enfermidades de veiculação hídrica. De forma que é de alta relevância para o estudo, tendo o DELPHI em valor 1.

Figura 10 – Lançamento de esgoto *in natura* no rio



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Setor IV

Neste setor, como resultado da suscetibilidade à inundação, apresentou-se o nível alto e por meio de cada uma das duas variáveis é possível compreender as razões desse resultado. Para a variável drenagem natural, o DELPHI foi 1, sendo muito relevante, pois a área encontra-se inserida dentro da vazão de um canal de 1º ordem, ocupando sua margem direita ao sul. Em relação ao lançamento de detritos, apresentou-se o DELPHI de 1, na área é comum o descarte de resíduos dentro e fora dos canais, conforme apresentado na figura 11.

Figura 11– Resíduos na margem do setor IV



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Em relação à cobertura vegetal, observou-se que o setor analisado apresenta margens totalmente expostas, caracterizando áreas de solo sem cobertura vegetal. Nessa região, o índice DELPHI também foi igual a 1. Colaborando com o assoreamento do canal que também apresenta o DELPHI de 1, sendo muito relevante, pois está extremamente assoreado. As margens encontram-se com impermeabilização acima de 81%, tendo DELPHI de 1, em consequência das moradias lá estabelecidas e das obras realizadas (figura 12) para contenção.

Figura 12 – Obra de contenção



Fonte: dados da pesquisa (2025).



A drenagem em direção ao rio principal, tem DELPHI de 1, as mesmas apresentam ruas totalmente asfaltadas e por isso impermeabilizadas, com direção ao rio principal. Para a variável de redes pluviais, o DELPHI foi de 0,75. O setor apresenta bueiros e canaletas mal distribuídas e frequentemente entupidos, dificultando a passagem das águas.

Para a qualidade estrutural das moradias o DELPHI estabelecido foi de 0,5. As casas são de material bem consolidado, de alvenaria, mas de estrutura deficiente e encontram-se muito próximas às margens. Quanto à variável existência de acesso aos pedestres, o DELPHI estabelecido foi de 0,75. O local ainda possui ruas ainda não pavimentadas, dificultando o acesso de pessoas e veículos. E quanto ao lançamento de esgoto, o local apresenta valas a céu aberto e o esgoto direcionados ao canal principal, por esse motivo, o DELPHI foi de 1, sendo muito relevante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das suscetibilidades sociais, ambientais e estruturais no bairro Jardim São Cristóvão revelou uma clara sobreposição de fatores que contribuem para a formação de áreas críticas de risco de inundação. A suscetibilidade à inundação foi mapeada de forma detalhada, evidenciando variações significativas entre os setores analisados.

Os setores I e II apresentam menor suscetibilidade às inundações, principalmente devido a características físicas específicas e a presença de infraestrutura que, embora não ideal, ainda mitiga parcialmente os riscos. Por outro lado, os Setores III e IV se destacam por sua maior suscetibilidade, sendo mais vulneráveis a alagamentos, principalmente devido ao assoreamento dos canais, a impermeabilização do solo, e a degradação das margens dos rios. Esses fatores, combinados com o descarte irregular de resíduos e o lançamento de esgoto *in natura* no ambiente, cobertura vegetal degradada, drenagem e infraestrutura urbana inadequada, e ainda, assoreamento do corpo hídrico intensificam os impactos das chuvas intensas.

O estudo reforça a importância de políticas públicas que abordem a suscetibilidade social e ambiental de forma integrada. De forma que se torne necessário a implementação de ações integradas, como recuperação ambiental, melhoria da infraestrutura urbana e conscientização da população para mitigar os riscos à exposição existente e fortalecer a resiliência ao enfrentamento dos desafios observados.



REFERÊNCIAS

CAMPOS, S. J. A. M. et al. Mapeamento de áreas sujeitas à inundação para planejamento da gestão territorial: cartas de suscetibilidade, perigo e risco. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 67–81, 2015. Disponível em: <mapeamento.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2024.

CORREA, M. de J. Análise geoespacial da Cidade Operária: da dinâmica de ocupação como um dos eixos de expansão urbana do município de São Luís – MA. *RBPD – Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, v. 2, n. 2, p. 69–79, jul./dez. 2013.

COBRADE. Classificação e codificação brasileira de desastres (COBRADE). **Defesa Civil do Rio Grande do Sul, 2021**. Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/04095316-cobrade-classificacao-e-codificacao-brasileira-de-desastres.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2024.

FARIAS, A.; MENDONÇA, F. Riscos socioambientais de inundação urbana sob a perspectiva do Sistema Ambiental Urbano. **Sociedade & Natureza**, v. 34, 2022. DOI: 10.14393/SN-v34-2022-63717.

GAMEIRO, S. et al. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na sub-bacia hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. **Revista Terræ**, 2016.13(1-2):15-22.

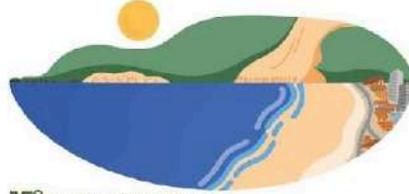
GOMES, E. J. da S. **Risco de inundação na sede municipal de Touros/RN**. 2020. 174f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Natal, 2020.

GUERRA, A. J. T. et al. Criação de um sistema de previsão e alerta de riscos a deslizamentos e enchentes, visando minimizar os impactos socioambientais no bairro Quitandinha, bacia do Rio Piabanha (afluente do Paraíba do Sul), município de Petrópolis – RJ. **Anais do II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul**, Taubaté, Brasil. IPABHi, 2009.

LOUZEIRO, A. dos S. **Avaliação de risco de movimento de massa: proposta de sistematização de indicadores de exposição física em análise microlocal aplicada ao bairro Vila Embratel, São Luís-MA (Brasil)**. 2022. 240f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Natal, 2022.

MONTEIRO, A. M. V. et al. Análise espacial de dados geográficos. **Brasília: Embrapa, 2004**.

RELATÓRIO DE SENDAI. **Marco de Sendai para a redução do risco de desastres (2015–2030)**. United Nations Office for Disaster Risk Reduction – UNDRR, 2015.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

SANTOS, R. et al. Diagnóstico e desenvolvimento inicial de mamoneira em solos de áreas degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, p. 208, 2015. DOI: 10.18378/rvads.v10i1.2809.

SULAIMAN, S. N. **Caderno técnico GIRD+ 10: gestão integrada de riscos e desastres.** Brasília-DF: PNUD/Brasil; Ministério do Desenvolvimento Regional – SEDEC, 2021.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

