

ESTUDO E CADASTRO DE ZONAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE RESTINGA SÊCA-RS

Study and cadastre in risk areas of flood at urban zone of the Municipality of Restinga Sêca-RS

Rafael Bilhan Freitas*
Luis Eduardo de Souza Robaina**

***Universidade Federal de Santa Maria - UFSM / Santa Maria, Rio Grande do Sul**
rafael_bilhan@hotmail.com

****Universidade Federal de Santa Maria - UFSM / Santa Maria, Rio Grande do Sul**
lesrobaina@yahoo.com.br

RESUMO

A ocupação de áreas naturalmente propensas à ocorrência de eventos adversos, como as inundações, pode provocar impactos negativos para a economia e problemas sociais para a população afetada. Essa é uma problemática do Município de Restinga Sêca localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, onde as inundações são recorrentes. O objetivo geral desta pesquisa consistiu na elaboração de um cadastro de imóveis inseridos nas áreas com risco de inundação na área urbana do município. Para atingir esse objetivo foram realizados estudos sobre o histórico das inundações ocorridas entre 1980 e 2016, bem como levantamentos das áreas de suscetibilidade, cadastramento dos elementos expostos ao perigo de inundação, análise da vulnerabilidade da população afetada e o risco de inundação. Os materiais utilizados nesta pesquisa foram imagens de satélite, cartas topográficas, aparelhos de GPS e a base cadastral do município de Restinga Sêca, com curvas de nível com equidistância de 1 (um) metro. Os resultados indicam que ao longo da série histórica analisada foram registrados 14 eventos de inundação. A suscetibilidade mostra que cerca de 10% do perímetro urbano do município encontra-se em área propensa à ocorrência de inundações. As áreas com maior número com imóveis expostos ao risco de inundação estão associadas à inundação da Sanga da Restinga e estão localizadas principalmente a sudoeste da área urbana de Restinga Sêca.

Palavras-chave: Cadastro. Áreas de Risco. Inundações.

ABSTRACT

Occupying areas naturally prone to adverse events, such as floods, may have negative impacts on the economy and social problems for the affected population. This is a problem of the Municipality of Restinga Sêca located in the central region of the State of Rio Grande do Sul, where the floods are recurrent. The general objective of this research consisted in the elaboration of a cadastre of the properties in the areas with risk of flood in the urban area of the municipality. To achieve this objective, studies were carried out on the flood history between 1980 and 2016, as well as surveys of areas of susceptibility, registration of elements exposed to flood hazard, vulnerability and risk of flood. The methodological procedures involved the bibliographic review of the subject matter, organization of the cartographic base, obtaining information about the study area, inventory of events and registration, definition of areas susceptible to floods, flood hazard analysis, vulnerability study of affected population and determination of flood risk areas. The materials used in this research were satellite images, topographic maps, GPS devices and the registry base of the city of Restinga Sêca, with level curves with 1 meter of equidistance. The results indicate that during the analyzed historical series 14 flood events were recorded. The susceptibility shows that about 10% of the urban perimeter of the municipality are in an area prone to flood occurrence. The areas with the highest number of properties exposed to flood risk are associated with the Sanga da Restinga flood and are located mainly southwest of the urban area of Restinga Sêca.

Keywords: Cadastre. Risk Areas. Floods.

1. INTRODUÇÃO

Desde o surgimento dos primeiros agrupamentos sociais até a formação das cidades modernas, os processos naturais que ocorrem na superfície terrestre, como as inundações em áreas de planície, movimentos de massa em áreas declivosas, terremotos em zonas sísmicas, entre outros, têm gerado impactos negativos à sociedade.

A ocupação dessas áreas, em locais com predisposição natural à ocorrência de eventos adversos, aumentou ao longo dos séculos devido à necessidade cada vez maior de desenvolvimento econômico e exploração dos recursos naturais, o que proporcionou a formação de grande parte das cidades do mundo. Como consequência desse processo, ocorreram os adensamentos populacionais e o acúmulo do capital nas cidades, especialmente com o processo de industrialização, em meados do Século XX.

Decorrente desse processo, a relação entre os fenômenos naturais extremos e a ocupação humana resulta no surgimento das chamadas áreas de risco, onde ocorrem, muitas vezes, desastres de grande magnitude, provocando perdas humanas e econômicas.

As áreas de risco, conforme apontam Robaina e Oliveira (2013), devem ser consideradas como elementos historicamente construídos no espaço urbano, ao longo dos seus processos de ocupação, isso dá-se pelo resultado da relação entre os elementos naturais e as relações sociais, permeadas pela desigualdade, que se materializa no espaço.

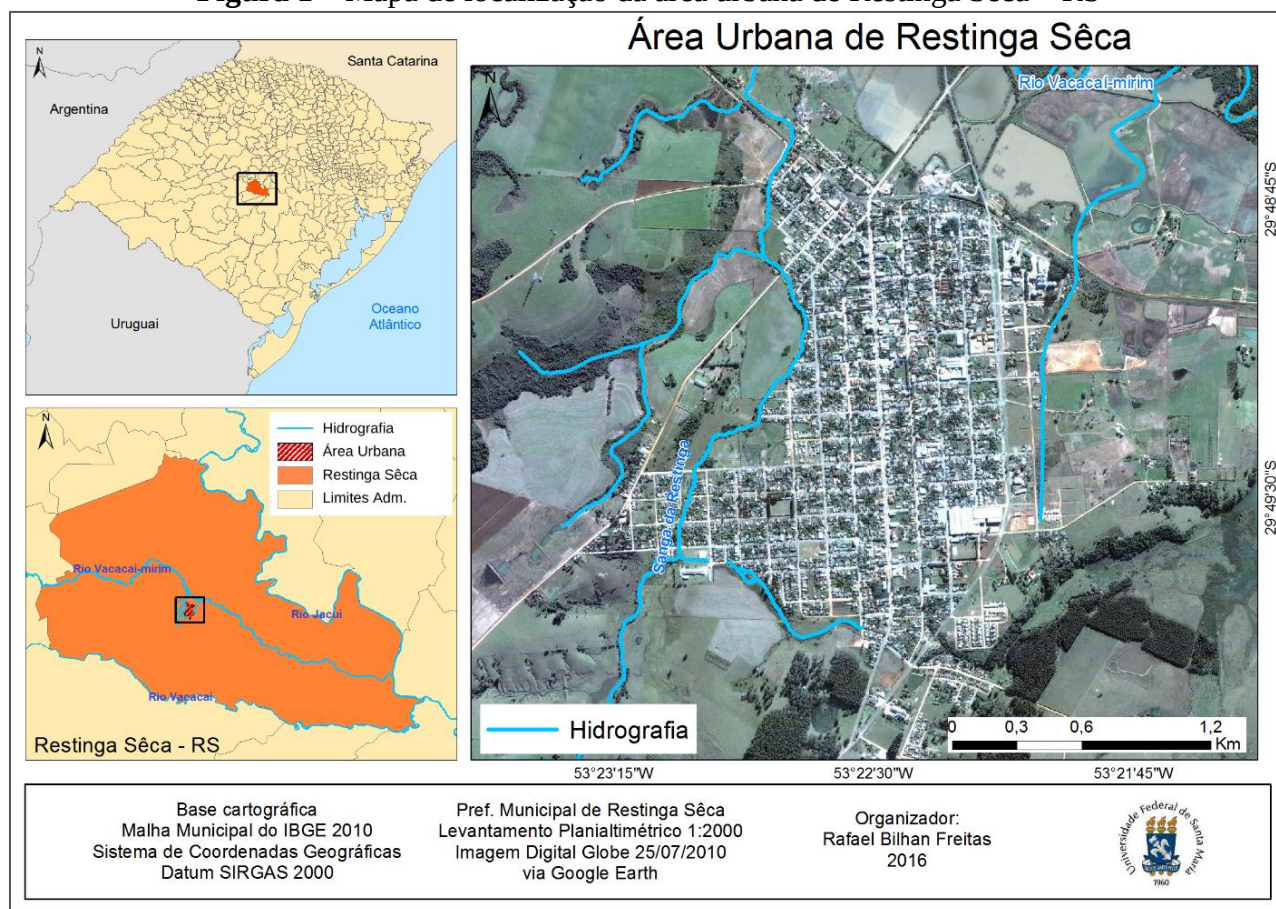
No Brasil, Marcelino (2007) aponta que o tipo de desastre mais frequente são as inundações, representadas pelas graduais e bruscas, com 59% dos registros, seguidas pelos escorregamentos (14%). A maioria dos desastres no Brasil (mais de 80%) está relacionada às instabilidades atmosféricas severas, que são responsáveis pelo desencadeamento de inundações, vendavais, tornados, granizos e escorregamentos. Excluindo as inundações graduais, esses fenômenos são súbitos e violentos, responsáveis por grande mortalidade e destruição. Em virtude da velocidade não há tempo para as pessoas procurarem abrigos ou salvarem parte dos bens existentes em suas casas.

Diante desse quadro, esse trabalho consiste em elaborar um cadastro de risco de inundação na área urbana do município de Restinga Sêca. Dentre os objetivos específicos, tem-se: identificar e espacializar as moradias em áreas de risco de inundação; identificar e delimitar as áreas de perigo de inundação; determinar o uso e a ocupação e os condicionantes de vulnerabilidade da população que reside em áreas sujeitas aos processos de inundação, espacializar e sintetizar essas informações e estabelecer zonas homogêneas de risco.

1.1. Localização da área de estudo

O Município de Restinga Sêca, que está inserido no quadro de municípios afetados por inundações, localiza-se na Depressão Periférica do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1) e, de acordo com a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em regiões geográficas, pertence à Mesorregião Geográfica Centro Ocidental Rio-Grandense, especificamente, a Microrregião Geográfica de Restinga Sêca (MRGRS), constituída por oito unidades político-administrativas: Ivorá, Nova Palma, Faxinal do Soturno, Dona Francisca, Agudo, Silveira Martins, São João do Polêsine e Formigueiro. De forma geral, a sua população é formada por descendentes de italianos, portugueses, africanos e alemães.

As inundações no município são recorrentes, principalmente no tributário do rio Vacacaí-Mirim, denominado como Sanga¹ da Restinga, que está localizado à oeste da área urbana do município.

Figura 1 – Mapa de localização da área urbana de Restinga Sêca – RS

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010, do IBGE, a população equivalia a 15.849 habitantes com a área urbana localizada na região central do município, próxima à margem direita do Rio Vacacaí-Mirim. A população urbana correspondia a 8.982 habitantes, ou seja, 56,67% da população total do município.

A área urbana do município está localizada entre dois afluentes do rio Vacacaí-mirim, o mais relevante quando se trata das inundações na área urbana do município é a Sanga da Restinga, que está situada na porção oeste da cidade. A origem do núcleo urbano de Restinga Sêca, deu-se a partir da estação ferroviária, dessa forma, a área central do município desenvolveu-se nas áreas próximas da referida sanga.

2. METODOLOGIA

Os dados referentes à ocorrência das inundações nas últimas décadas foram obtidos através de pesquisa documental de uma série histórica que compreende o intervalo de tempo de 1980 a 2016 (36 anos), consultando os levantamentos realizados por Reckziegel (2007), onde são apresentados os eventos ocorridos entre 1980 e 2005. Os dados foram complementados por consultas no Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, bem como informações obtidas junto à mídia e órgãos públicos locais.

A base cartográfica utilizada para o zoneamento do perigo, vulnerabilidade e mapeamento de risco de inundação, provém de uma base cadastral da área urbana do município, disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Restinga Sêca. A escala desse mapeamento é 1:2000 e a equidistância das curvas de nível é de um metro. Essa base cartográfica consiste em oito folhas, que foram

escaneadas e montadas como um mosaico, nesse formato, foi georreferenciada e digitalizada em ambiente SIG.

As imagens de satélites DigitalGlobe datadas de março de 2011, disponibilizadas na plataforma Bing Maps da Microsoft, compõem a base cartográfica, tanto para a análise da área urbana do município, quanto para a elaboração do zoneamento de risco. Para os estudos de mapeamentos foram acrescidos os levantamentos em campo, fazendo o uso de um receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global), para a elaboração do banco de dados georreferenciado das moradias que se encontram em áreas definidas como suscetíveis. Todas as operações de análise e compilação de informações espaciais foram elaboradas no *software* Arcgis 10, desenvolvido pela ESRI.

2.1. Suscetibilidade às inundações

A suscetibilidade às inundações na área urbana de Restinga Sêca teve como base o trabalho de Freitas (2014), que mapeou as áreas suscetíveis, a partir da definição do limite das áreas atingidas pela água nos períodos com registro de inundação. Os trabalhos de campo foram realizados seguindo as ruas localizadas na área urbana do município, próximas às drenagens, partindo das áreas à montante da Sanga da Restinga, em direção à jusante. Nas áreas onde as inundações estão associadas ao Rio Vacacaí-mirim foi utilizada a mesma sistemática, assim, seguindo o curso das drenagens em direção à sua foz.

2.2. Perigo de inundação

O perigo de inundações foi determinado a partir do cruzamento entre as variáveis: mapa de suscetibilidade às inundações, distância das moradias em relação à drenagem e as cotas altimétricas correspondentes para cada imóvel em diferentes setores do curso hídrico.

A partir da integração dessas informações foram definidos três diferentes níveis de perigo de inundação em termos de probabilidade espacial:

Baixo grau de perigo – áreas com maior distância da drenagem (maior que 60 metros para a sanga da Restinga e maior que 100 metros para o rio Vacacaí-mirim) e cotas altimétricas de maior elevação, podendo variar de 49 metros no alto curso da sanga até 43 metros na planície do rio.

Médio grau de perigo – áreas com distância de 30 a 60 metros da sanga da Restinga e áreas de 50 a 100 metros de distância do rio Vacacaí-mirim, quanto as cotas altimétricas, essas podem variar de 48 metros no alto curso da sanga até 42 metros para as inundações associadas ao rio.

Alto grau de perigo – são as áreas mais próximas das drenagens, com distâncias inferiores a 30 metros para a sanga da Restinga e menores de 50 metros para o rio Vacacaí-mirim, quanto as cotas altimétricas, essas podem variar de 47 metros para o alto curso da sanga e de 41 a 38 metros de altitude para as inundações associadas ao rio.

2.3. Vulnerabilidade da população afetada

Para a definição da vulnerabilidade das áreas afetadas por inundação na área urbana de Restinga Sêca, foi considerado, como principal critério, o padrão construtivo das moradias e o tipo de uso. Para a hierarquização das classes de vulnerabilidade, foi considerada também a participação das famílias no cadastro único, do governo federal, sendo que essas informações foram disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Assistência Social e Habitação do Município.

O Quadro 1 sintetiza as informações acerca das classes de vulnerabilidade da população.

Quadro 1 – Graus de Vulnerabilidade

V1 – Baixo grau de vulnerabilidade	- Bom padrão construtivo, predomínio de casas de alvenaria e ruas pavimentadas. - Sem registro no Cadastro Único.
V2 – Médio grau de vulnerabilidade	- Médio padrão construtivo, predomínio de casas de madeira, mistas ou casas antigas malconservadas, casas de alvenaria inacabadas e alternância de ruas pavimentadas e não pavimentadas. - Sem registro no Cadastro Único.
V3 – Alto grau de vulnerabilidade	- Baixo padrão construtivo, predomínio de moradias pequenas, de madeira ou material alternativo, casa com baixa conservação ou manutenção, ruas sem pavimentação. - Com ou sem registro no Cadastro Único.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagnóstico da vulnerabilidade foi validado por meio de trabalhos de campo nas áreas suscetíveis ocupadas, por meio de observação empírica foi analisado o entorno das residências, observando fatores como calçamento das vias e análise do padrão geral das construções, levando em conta o tipo de material utilizado e o estado de conservação das moradias. A classificação definiu: residenciais de baixo, médio e alto padrão urbano, áreas comerciais, áreas industriais e áreas institucionais.

Quanto à participação das famílias em programas sociais, levou-se em consideração o Decreto Nº 6.135/2007 (BRASIL, 2007a), que dispõe sobre o Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal, que considera famílias de baixa renda, aquelas com renda mensal per capita de até meio salário mínimo ou com renda familiar mensal de até três salários mínimos. Defiram-se as famílias beneficiárias de programas sociais do governo (como o Bolsa Família) como aquelas com maior vulnerabilidade socioeconômica.

2.4. Avaliação do risco de inundação

A metodologia para o zoneamento de risco de inundação relacionou os levantamentos obtidos de perigo e da vulnerabilidade, e tem como resultado a interação entre esses dois elementos. Com o cruzamento dessas informações, ou seja, o mapa de perigo e mapa de vulnerabilidade da área afetada, foi possível realizar a hierarquização dos riscos, levando em consideração que quanto maior forem os graus de perigo e vulnerabilidade, maior serão os riscos de uma área.

Diante desse quadro, para o Município de Restinga Sêca, foram estabelecidos três graus de risco, R1 (Risco Baixo), R2 (Risco Médio), R3 (Risco Alto), levando em consideração os graus de perigo e vulnerabilidade, conforme o Quadro 2.

Quadro 1 – Graus de Risco

R1 – Risco baixo	P1 x V1 P1 x V2
R2 – Risco médio	P1 x V3 P2 x V1 P2 x V2 P3 x V1
R3 – Risco alto	P2 x V3 P3 x V2 P3 x V3

Fonte: Elaborado pelo autor.

As áreas determinadas como Risco Baixo (R1), são as áreas onde a distância para o curso d'água é maior (de 60 metros para a sanga da Restinga e 100 metros para o rio Vacacaí-mirim) e a vulnerabilidade é de baixa a média, dessa forma os danos causados pela inundação são menos significativos ou mais rapidamente recuperados.

As áreas de Risco Médio (R2) são caracterizadas por perigo baixo, mas com alta vulnerabilidade, perigo e vulnerabilidades médios ou uma condição de vulnerabilidade baixa, mas com alta possibilidade de ocorrência de eventos, isso deve-se às moradias estarem próximas às drenagens (de 30 a 60 metros de distância).

As áreas de Risco Alto (R3) são caracterizadas pelo perigo médio ou alto, em função da distância da drenagem, mas ocorrem em áreas muito vulneráveis. Nessas áreas, o padrão construtivo predominante das moradias é o baixo, além disso, o grupo familiar deve constar no Cadastro Único do Governo Federal, neste caso, mesmo moradias de padrão médio serão consideradas como vulnerabilidade alta, dessa forma, trata-se de uma população mais vulnerável economicamente, o que acaba potencializando os danos causados aos residentes nessas áreas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Inventário das inundações em Restinga Sêca

O levantamento dos dados históricos das inundações ocorridas no município compreende um período de análise de trinta e seis anos, com início no ano de 1980 até o ano de 2016. Foram levantados 14 registros de inundações no período considerado, sendo que, em dois eventos, houve decretação de Situação de Emergência e, em um evento, foi decretado Estado de Calamidade Pública, como pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 – Registros de inundações em Restinga Sêca (1980 – 2016)

Ano	Mês	Dia	Observação
1983	Julho	-	Situação de emergência
1984	Maio	10	Estado de calamidade pública
1993	Novembro	23	-
2009	Novembro	27	-
2010	Janeiro	11	Situação de emergência
2010	Junho	11	-
2013	Novembro	11	-
2014	Junho	26	-
2014	Setembro	19	-
2014	Outubro	17	-
2015	Outubro	09	-
2016	Outubro	17	-
2016	Outubro	19	-
2016	Outubro	24	-

Fonte: Reckziegel (2007); SNDC (BRASIL, 2007b); Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul (2017); Rádio Integração (2014; 2016a; 2016b).

A partir do inventário, foi possível identificar a ocorrência de problemas associados às inundações em, pelo menos, 24 ruas, ao longo de toda a porção oeste e norte da área urbana, sendo muito significativo dado às características do município.

A parte oeste da área urbana é drenada pela Sanga da Restinga, um tributário do Rio Vacacaí-mirim, que tem o seu curso drenando o norte da área urbana.

O número de registro de eventos levantados mostra que as inundações no município são recorrentes. Entretanto, observa-se que a maioria dos eventos que ocorre em Restinga Sêca são os de

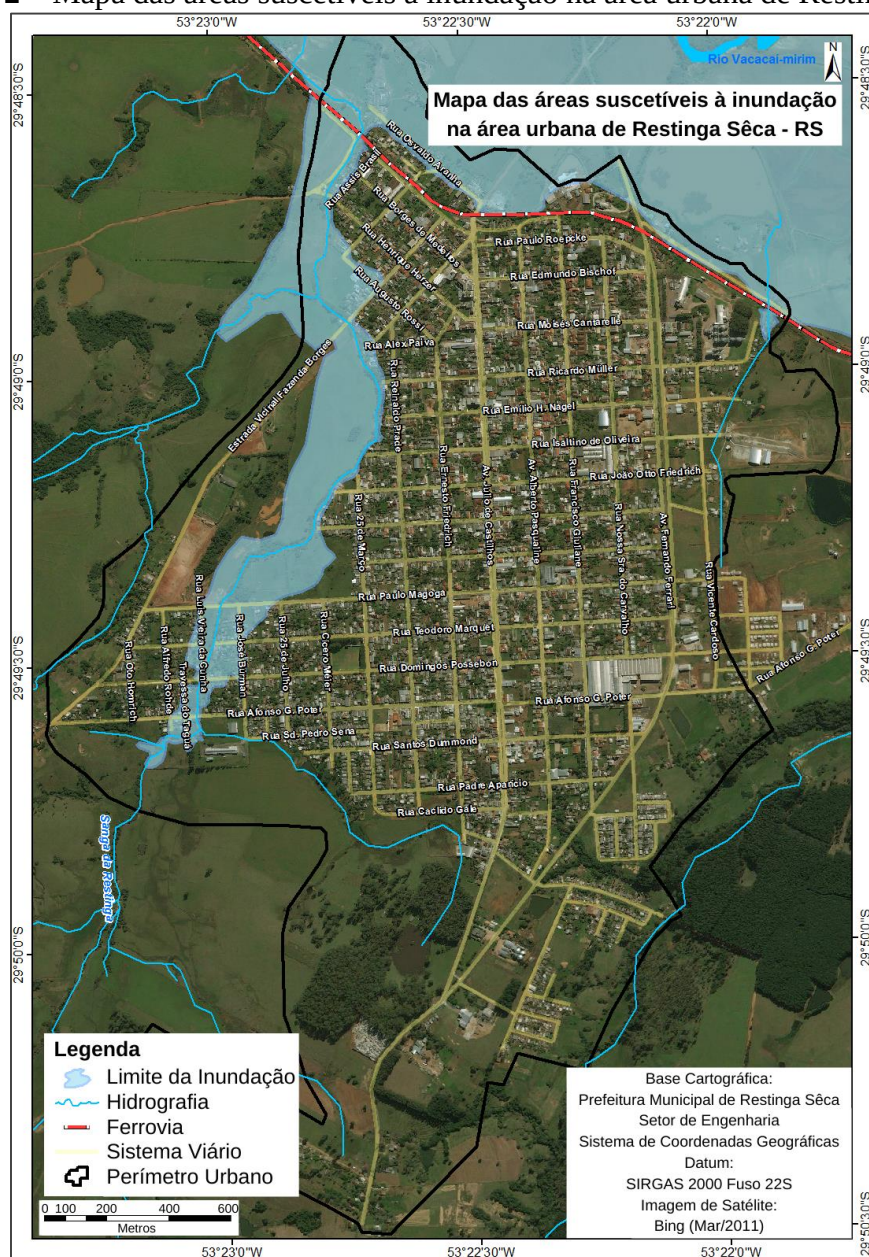
baixa e média intensidade, em que o próprio município consegue superar os efeitos do desastre, desde que envolva uma mobilização especial.

3.2. Mapeamento das áreas com suscetibilidade à ocorrência de inundações na área urbana de Restinga Sêca

O levantamento das áreas suscetíveis à inundação em Restinga Sêca consistiu em espacializar as áreas, conforme a metodologia proposta e mostrou-se uma etapa fundamental para a análise do risco.

As áreas consideradas como suscetíveis a inundações encontram-se principalmente na porção mais a oeste da área urbana, associadas à planície de inundação da Sanga da Restinga (Figura 2) e, também, áreas localizadas ao norte da área urbana, associadas à planície de inundação do Rio Vacacaí-mirim.

Figura 2 – Mapa das áreas suscetíveis à inundação na área urbana de Restinga Sêca



Fonte: Elaborado pelo autor.

As inundações do rio Vacacaí-mirim são minimizadas pela presença de um “dique” formado pela ferrovia que passa próximo ao limite norte do perímetro urbano. Dessa forma, as inundações associadas ao Vacacaí-mirim não atingem as áreas que se encontram ao sul da ferrovia, onde ficam o bairro central e a área comercial da cidade. Destaca-se ainda uma pequena área, onde a inundação está associada a um curso hídrico de primeira ordem (sem denominação), localizado a nordeste da zona urbana.

Em termos de área, observa-se, na Tabela 2, que a área afetada por inundação na área urbana do município é 0,57km² e, quando comparada à área total do perímetro urbano, corresponde acerca de 11% da área total do perímetro urbano de Restinga Sêca e está em área considerada como suscetível aos processos de inundação.

Tabela 2 – Total de área suscetível a inundações em relação à área total do perímetro urbano considerado

Área suscetível às inundações no perímetro urbano	Área total do perímetro urbano
572.598,8 m ²	5.254.800,6 m ²
0,57 km ²	5,25 Km ²
10,9%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do mapeamento das áreas suscetíveis a inundações, foi possível identificar as áreas ocupadas inseridas nas zonas sujeitas aos eventos, sendo uma parcela significativa de moradias que estão condicionadas à ocorrência de processos relacionados a inundações.

3.3. Mapeamento do perigo de inundação na área urbana de restinga sêca

As ocupações, por estarem localizadas em zonas com possibilidade de sofrerem danos, são consideradas como áreas de perigo de inundação e foram hierarquizadas em três classes com diferentes graus de perigo, conforme a metodologia proposta.

Com o levantamento histórico, foi possível verificar as ruas com problemas relacionados aos eventos de inundação. Para a definição das classes de perigo, foi utilizado como referência as Áreas de Preservação Permanente, de acordo com a Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, que instituiu o novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). As Áreas de Preservação Permanente são locais onde devem ser mantidas todas as florestas e demais formas de vegetação natural, dessa forma, não deveriam ser modificadas para outras formas de ocupação. A manutenção da vegetação natural nesses locais contribui para o controle dos processos erosivos e do assoreamento das drenagens, garantindo assim, a qualidade dos recursos hídricos e mananciais e proteção da fauna local.

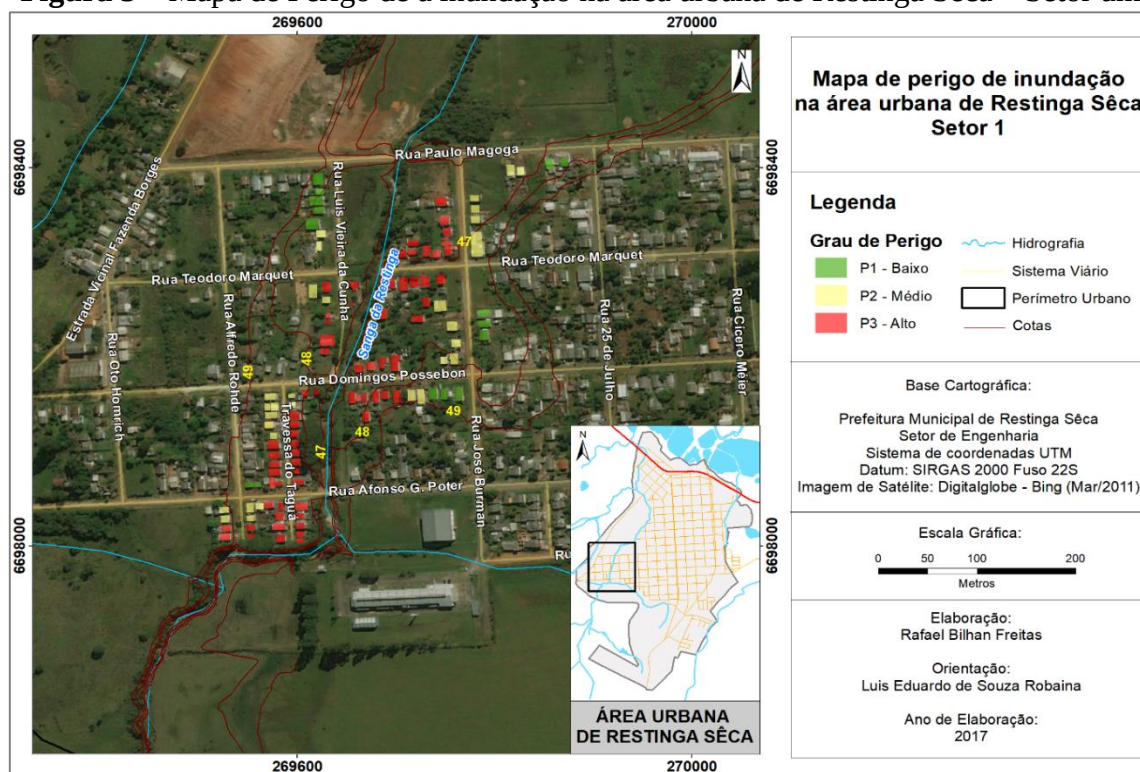
Assim, definiram-se faixas de 30, 60 e maiores que 60 metros de largura ao longo da Sanga da Restinga e faixas de 50, 100 e maiores que 100 metros de largura para o Rio Vacacaí-mirim. Relacionando ainda, com as cotas altimétricas para cada setor mapeado da área urbana (que totalizam quatro). Com a definição dos imóveis em áreas suscetíveis a inundação, foi possível definir quais desses tem probabilidade de ocorrência de eventos, em três classes: Baixo, Médio e Alto grau de perigo de inundação.

Partindo das áreas mais a montante da Sanga da Restinga, tem-se a Figura 3, que representa o mapeamento da porção sudoeste da área urbana, nesse setor, ambas as margens da drenagem estão ocupadas. As vias com problemas relacionados a inundações, nessa área são: Travessa do Taguá, Alfredo Rohde, Afonso G. Potter, Teodoro Marquet, Domingos Possebon, Luis Vieira da Cunha, José Burmann e Paulo Magoga.

Os elementos considerados como perigo baixo (P1) estão mais distantes da drenagem (60 metros ou mais) e encontram-se entre as cotas de 48 e 49 metros. Para a classe de perigo médio (P2), foram considerados os elementos que se encontram a uma distância do curso hídrico, entre 30 e 60

metros e próximos da cota de 48 metros. Já para a classe de perigo alto (P3), tem-se os elementos mais próximos do curso hídrico (aproximadamente 30 metros), que se encontram abaixo da cota de 47 metros.

Figura 3 – Mapa de Perigo de à inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor um



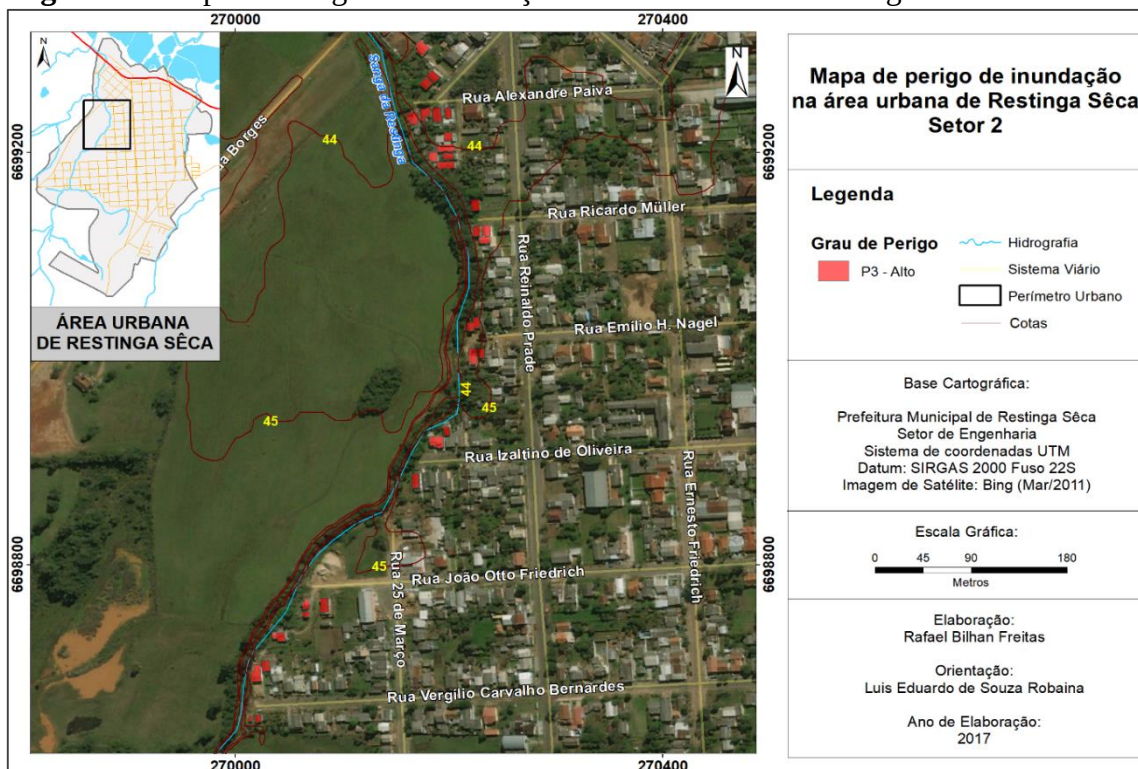
Fonte: Elaborado pelo autor.

Seguindo o curso do arroio Sanga da Restinga em direção a jusante, tem-se as áreas localizadas ao centro-oeste da área urbana (Figura 4). Nesse setor, s  há ocupação na margem direita, sendo que, na margem esquerda, as terras são destinadas à atividade agrícola. As ruas com problemas relacionados a inundações são: Vergílio Carvalho Bernardes, João Otto Friedrich, Izaltino de Oliveira, Emílio H. Nagel, Ricardo Müller, Alexandre Paiva e José Celestino Alves.

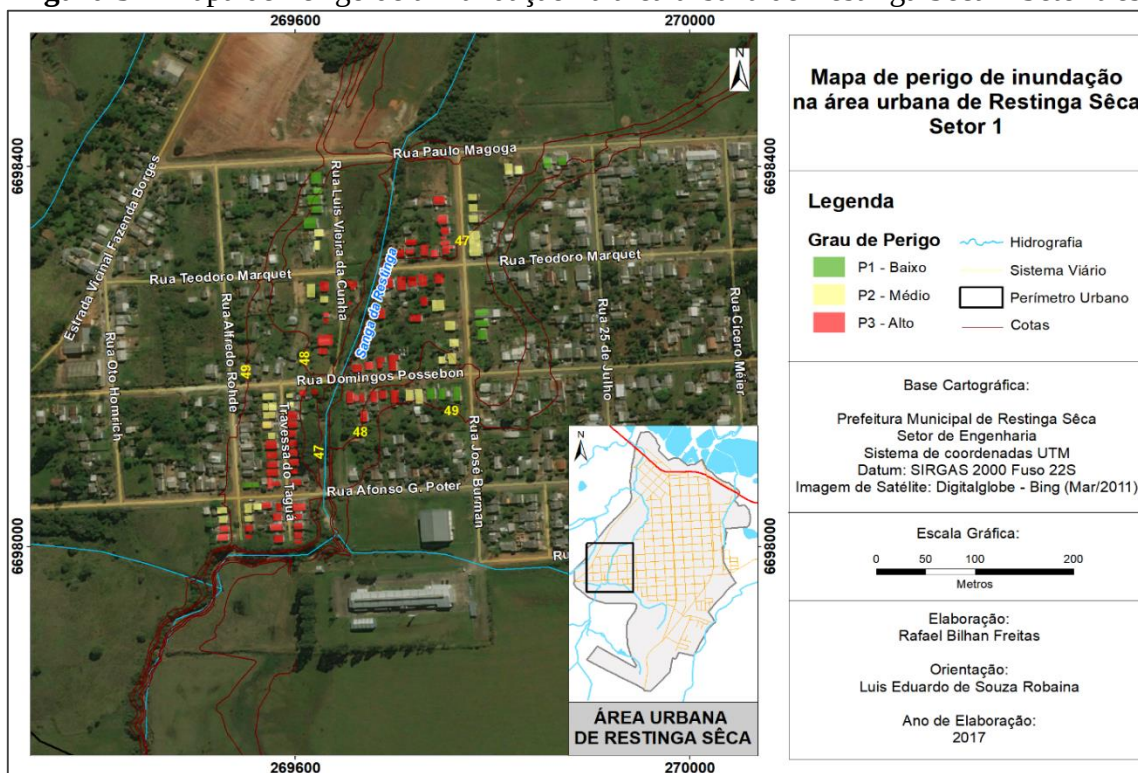
Somente uma classe de perigo aparece nessa área, perigo alto (P3), pois os elementos expostos estão localizados próximos à drenagem (as mais distantes estão a menos de 50 metros) na cota de 44 metros. Nesse local, a margem direita está numa altitude maior (diferença de 1 metro) em relação à margem esquerda, minimizando o tamanho da área ocupada e que é afetada pela inundação.

Seguindo em direção à foz, outra área com perigo de inundação está localizada a noroeste/norte da área urbana (Figura 5). Nesse trecho, a Sanga da Restinga,  m de receber um tributário, está próximo a sua foz no Rio Vacacaí-mirim, e dessa forma, a planície de inundação é mais extensa, com áreas mais planas. Grande parte das ocupações está na margem direita da sanga e algumas ocupações em trechos da margem esquerda. No rio Vacacaí-mirim e, somente a margem direita é ocupada. Quanto às vias que apresentam problemas relacionados à inundação, são elas: Cel. Horácio Borges, Augusto Rossi, Henrique Herzer, Assis Brasil, Getúlio Vargas, Osvaldo Aranha e Alexandre Pasqualini.

Os elementos considerados como perigo baixo (P1) são os mais distantes das drenagens (mais de 60 metros em relação   sanga e mais de 150 metros em relação ao rio) e as cotas variam de 44 a 45 metros, para a Sanga da Restinga e 42 a 43 metros para o Rio Vacacaí-mirim.

Figura 4 – Mapa de Perigo de à inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor dois

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 – Mapa de Perigo de   inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor três

Fonte: Elaborado pelo autor.

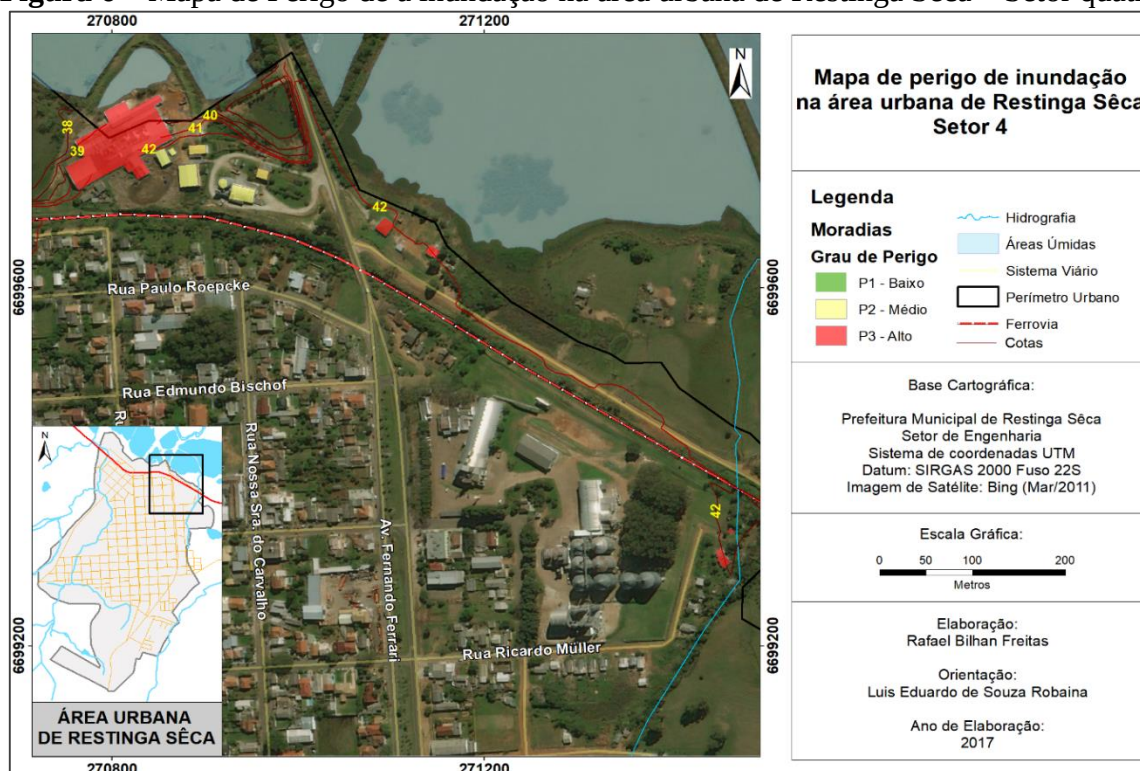
Na classe de perigo médio (P2), os elementos associados à Sanga da Restinga estão em distâncias que variam entre 30 e 60 metros, enquanto para os elementos associados ao rio Vacacaí-

mirim, variam entre 100 e 150 metros. Em relação às cotas, tem-se, para a Sanga da Restinga, altitudes entre 43 e 44 metros e, para o rio Vacacaí-mirim, as cotas podem variar entre 40 e 42 metros.

O perigo alto (P3) representa os elementos mais próximos das drenagens, variando entre distâncias menores de 30 até 60 metros (para a Sanga da Restinga) e menores de 50 até 100 metros de distância das áreas úmidas (lavouras de arroz), associadas ao rio Vacacaí-mirim. Em relação às cotas, elas podem variar de 43 a 44 metros para as áreas associadas à sanga e de 38 a 42 metros, para as áreas associadas ao rio.

Nesse setor, ocorrem somente duas classes de perigo, o perigo médio (P2) e o perigo alto (P3). O perigo médio (P2) consiste em elementos expostos com distâncias em relação às áreas úmidas da várzea do rio, que variam entre menores que 50 metros e maiores que 100 metros, entre as cotas 41 e 42 metros.

Figura 6 – Mapa de Perigo de à inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor quatro



Fonte: Elaborado pelo autor.

O perigo alto (P3), nesse trecho, representa os elementos expostos com distâncias menores de 50 até 100 metros, em relação às áreas úmidas e inferiores a 20 metros para os elementos associados à inundação do tributário de primeira ordem. Quanto às cotas, tem-se 38 a 42 para os elementos relacionados à inundação do rio, e 42 metros para a drenagem de primeira ordem, citada anteriormente.

3.4. Mapeamento da vulnerabilidade   inundação na área urbana de Restinga Sêca

Os elementos cadastrados como vulneráveis totalizam 264 imóveis, destes 228 têm uso residencial, 13 têm uso industrial e sete apresentam uso comercial. A Tabela 3 apresenta a síntese das informações referentes ao tipo de uso de cada imóvel cadastrado nas áreas suscetíveis   inundação.

Nas áreas de vulnerabilidade localizadas a sudoeste da área urbana,   montante da Sanga da Restinga (Figura 7) foram cadastrados 116 elementos expostos aos eventos de inundação, destes, 109 têm uso residencial, dois possuem uso comercial, dois com uso comunitário, duas garagens e um sem

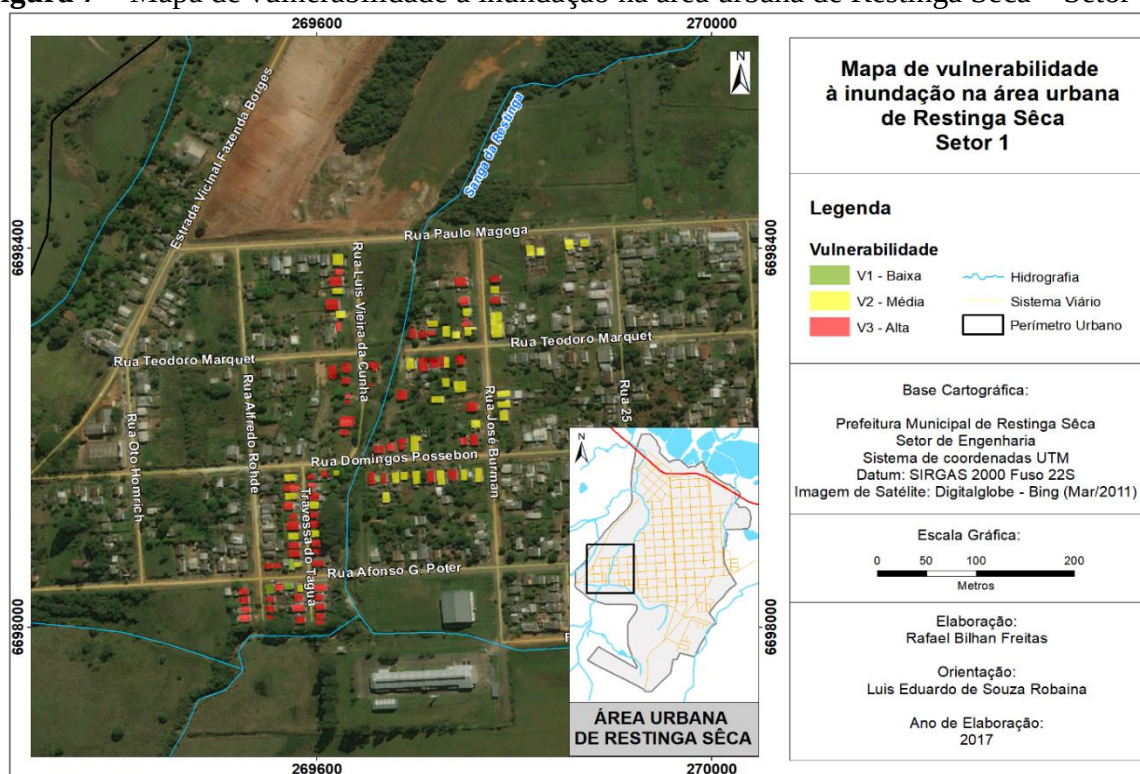
uso específico. As vias dessa porção da área urbana não possuem calçamento, exceto a Rua Paulo Magoga, que possui calçamento de pedras irregulares.

Tabela 3 – Tipos de uso dos elementos vulneráveis à inundação

Uso	Total
Residencial	228
Comercial	07
Industrial	13
Comunitário	02
Institucional	01
Asilo	02
Garagem	05
Outro	06

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 – Mapa de vulnerabilidade à inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor um



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse setor, tem-se a maior concentração de moradias com vulnerabilidade alta (V3), totalizando 73. De modo geral, as moradias são de baixo a médio padrão construtivo, porém, há 35 famílias com registro no Cadastro Único, o que torna essas famílias parte da classe de alta vulnerabilidade, mesmo em moradias definidas como padrão construtivo médio. A maioria das famílias com Cadastro Único reside na Travessa do Taguá.

As moradias consideradas como vulnerabilidade média (V2) apresentam o padrão construtivo médio, de alvenaria, e, geralmente, são imóveis amplos (maiores que 50 m²), totalizando 36 residências nessa classe. Em contrapartida, os elementos considerados como vulnerabilidade baixa (V1) são aqueles com o uso comercial ou comunitário, onde não há moradores.

Seguindo à jusante da Sanga da Restinga, nas áreas localizadas na porção centro-oeste do perímetro urbano, foram cadastrados 30 elementos expostos aos processos de inundação da sanga, sendo 27 com uso residencial e três com outros tipos de uso, como garagens ou sem nenhum tipo de uso aparente.

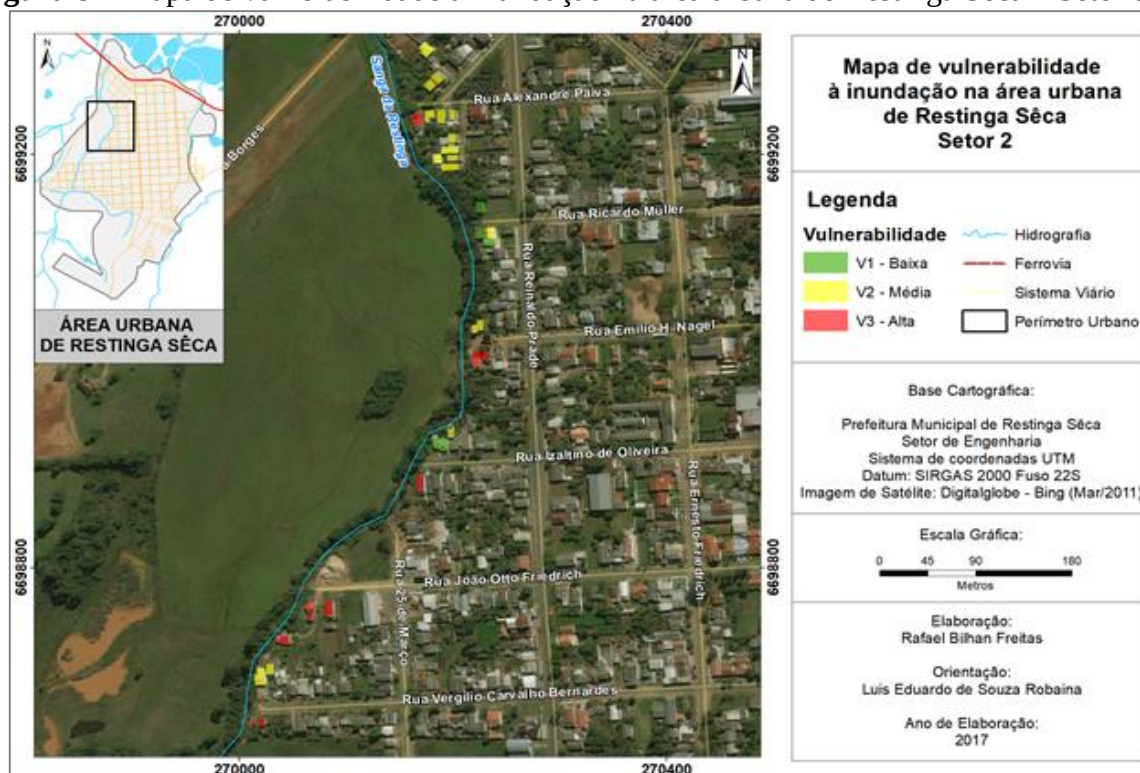
As vias nesse setor da área urbana possuem calçamento de pedras irregulares, porém, como a maioria das moradias vulneráveis às inundações está localizada no final das ruas, muitas não possuem calçamento em frente ao lote. As ruas onde as moradias possuem calçamento em frente são: Vergílio C. Bernardes, Izaltino de Oliveira, Ricardo Müller, Alexandre Paiva e José Celestino Alves.

Nessa área, de forma geral, as moradias consideradas como vulnerabilidade alta (V3), apresentam um baixo padrão construtivo, geralmente de madeira, com má conservação, sem acabamento e com tamanho inferior a 50 m², no total. Foram cadastradas 10 residências nessa classe, sendo que seis famílias aparecem no Cadastro Único.

As moradias consideradas como vulnerabilidade média (V2), nesse setor, apresentam um padrão construtivo médio, geralmente de alvenaria ou mista, com algum acabamento, além disso, são moradias mais amplas, com mais de 50 m², o número de moradias nessa classe é 16.

Na classe de vulnerabilidade baixa (V1), tem-se apenas uma moradia, de padrão construtivo alto, de alvenaria, com bom acabamento e área maior que 100 m², os demais elementos cadastrados, nessa classe de vulnerabilidade, são garagens ou imóveis sem uso. A Figura 8 apresenta a síntese e a localização das informações apresentadas anteriormente.

Figura 8 – Mapa de vulnerabilidade à inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor dois



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro setor que apresenta vulnerabilidade à inundação está localizado a noroeste/norte da cidade. Nessa porção, foram cadastrados 103 imóveis, destes, 85 têm uso residencial, cinco destinam-se a uso industrial, cinco possuem uso comercial, dois imóveis pertencem a um asilo para idosos, um imóvel é de uso institucional, sede do Jornal e Rádio Integração e os cinco restantes têm uso variado, porém sem residentes.

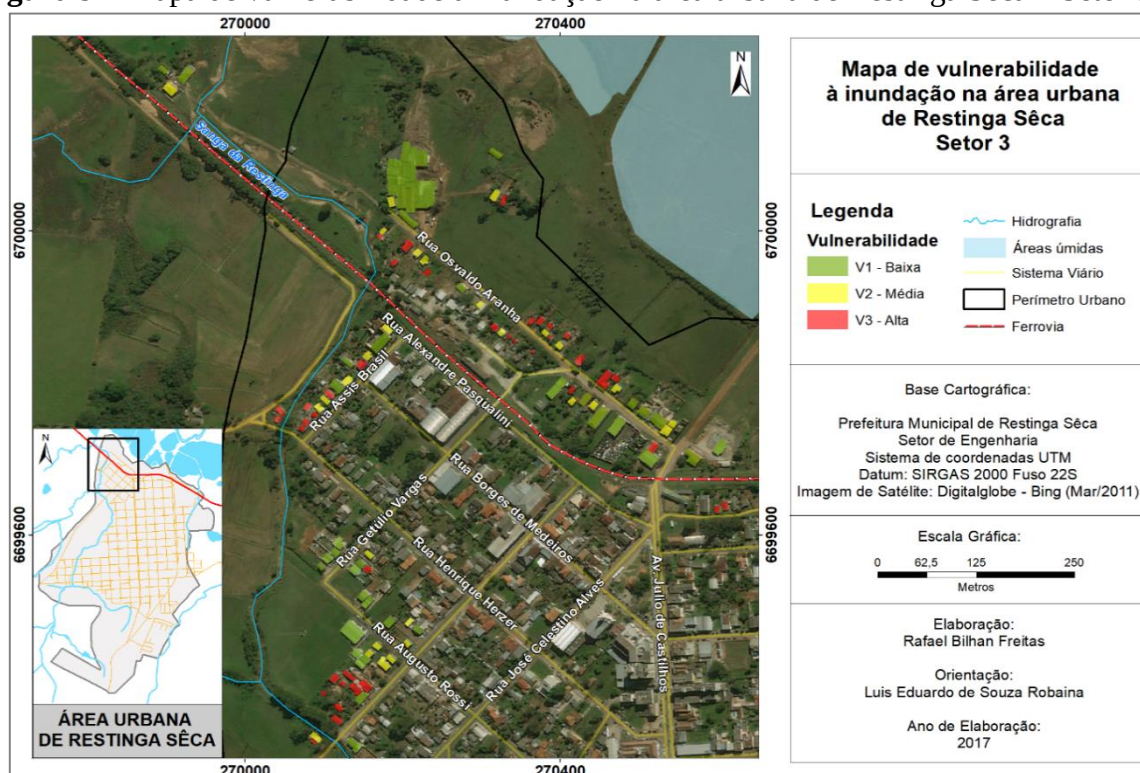
As vias nessa área possuem calçamento de pedras irregulares, exceto na Rua Osvaldo Aranha, nas áreas com vulnerabilidade na margem esquerda da Sanga da Restinga e em uma viela, próxima à sanga, associada à Rua Cel. Horácio Borges.

Nessa porção do perímetro urbano, as residências com alta vulnerabilidade (V3) estão concentradas, principalmente, em uma viela da rua Cel. Horácio Borges, na Rua Assis Brasil e na Rua Osvaldo Aranha. O padrão construtivo pode variar de baixo a médio, com material podendo ser madeira, mista ou alvenaria, sem acabamentos ou em má conservação. Existem, ainda, 11 famílias que aparecem no Cadastro Único, em um total de 38 moradias e dois imóveis que fazem parte de um asilo para idosos.

Os elementos da classe de vulnerabilidade média (V2) estão bem distribuídos espacialmente nessa área e apresenta moradias de padrão construtivo médio, geralmente de alvenaria, com acabamento, com área superior a 50 m², no total foram cadastradas 28 residências nessa classe.

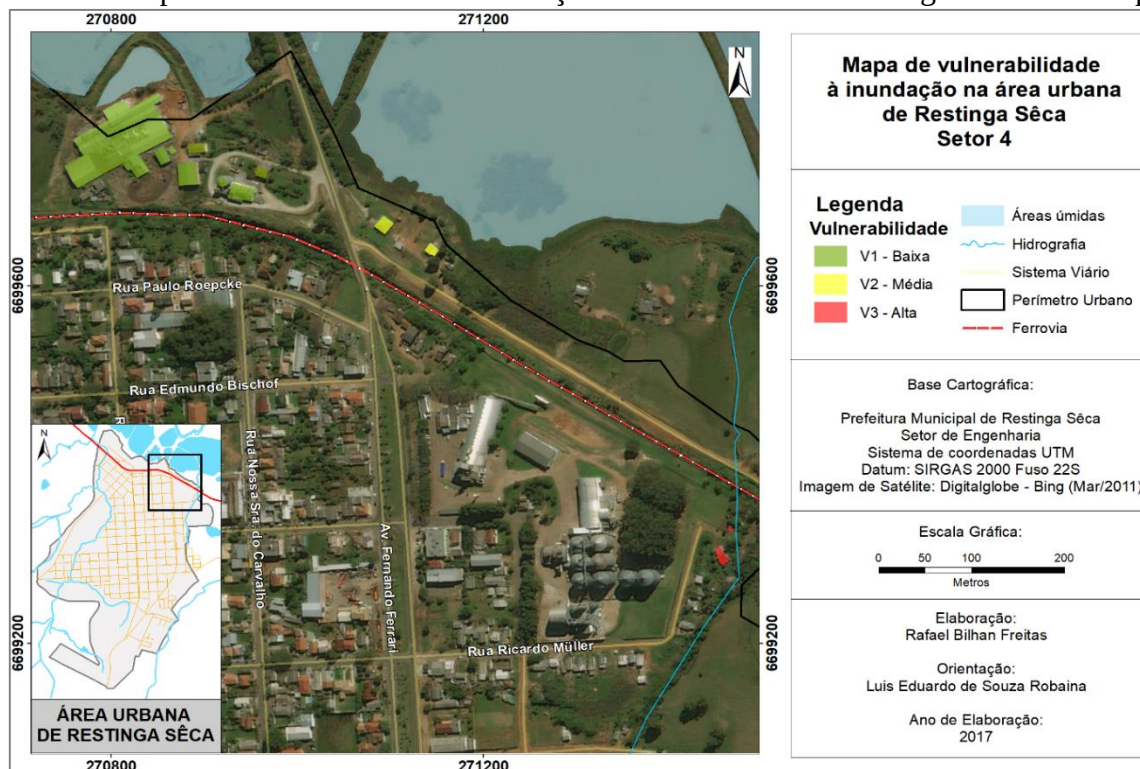
Na classe de baixa vulnerabilidade (V1), foram cadastradas 19 moradias com padrão construtivo alto, geralmente de alvenaria, com bom acabamento e área (geralmente) superior a 100 m², além disso, algumas dessas moradias apresentam algum tipo de medida que visa diminuir os efeitos dos eventos, como muros ou o piso da residência mais elevado em relação ao nível da rua. Outros 17 imóveis nessa classe, possuem outros tipos de uso, como industrial, comercial e garagens. A Figura 9 apresenta a espacialização das classes de vulnerabilidade na área.

Figura 9 – Mapa de vulnerabilidade à inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor três



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao norte/nordeste da área urbana do município, tem-se os últimos elementos cadastrados com vulnerabilidade à inundação. No total, foram cadastrados 15 elementos expostos aos eventos, sendo sete com uso residencial e oito com uso industrial (Figura 10).

Figura 10 – Mapa de vulnerabilidade à inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor quatro

Fonte: Elaborado pelo autor.

A vulnerabilidade alta (V3) está nas áreas associadas a um pequeno córrego de primeira ordem no extremo nordeste do perímetro urbano. Está representado por cinco moradias, com padrão construtivo baixo, de alvenaria ou madeira e sem acabamento ou com má conservação e sem calçamento nas vias.

Na classe de vulnerabilidade média (V2), tem-se duas moradias de padrão construtivo médio, ambas de alvenaria e com acabamento. Em contrapartida, na classe de vulnerabilidade baixa (V1), tem-se imóveis com uso industrial.

3.5. Mapeamento de risco de inundação na área urbana de Restinga Sêca

A partir da relação entre as áreas de perigo e vulnerabilidade foram definidas três classes de risco de inundação que ocorrem na área urbana do município de Restinga Sêca: baixo, médio e alto.

Dessa forma, o risco é uma expressão da relação entre perigo e vulnerabilidade. Ao abordar o risco com a ocorrência de inundações, tem-se o perigo como elemento que representa os condicionantes naturais, embora ocorra em áreas ocupadas pelo ser humano. Em contrapartida, a vulnerabilidade representa um elemento relacionado ao humano como elemento principal, sendo condicionado por diversos fatores: sociais, econômicos, históricos e políticos sob um cenário formado, geralmente, em um ambiente não favorável à ocupação.

Sendo assim, o risco de inundação passa a ser mais significativo em áreas ocupadas onde se apresenta uma combinação desses condicionantes, o perigo elevado juntamente com a baixa capacidade de enfrentamento da população frente aos eventos e seus danos.

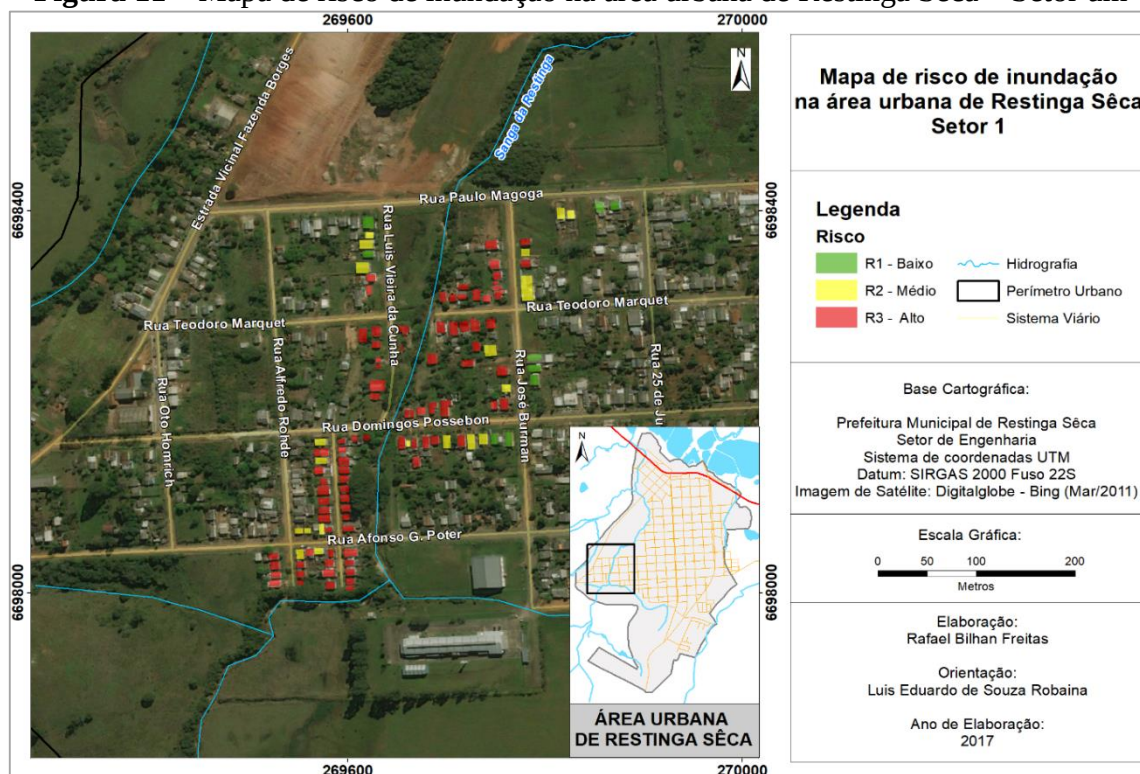
Na porção à sudoeste da área urbana (Figura 11), dos 116 imóveis cadastrados, tem-se 86 na classe de risco alto (R3), (sendo 83 moradias), esse número elevado de moradias na classe pode ser explicado pelo fato dessa área ser, também, aquela com maior número de famílias com alta vulnerabilidade. Além disso, imóveis onde a vulnerabilidade é média foram classificados como risco alto, devido à proximidade deles com a drenagem e com a cota que definem o perigo alto.

Nesse setor, a ocupação é mais recente no perímetro urbano, surgindo entre a década de 80 e 90, como foi discutido anteriormente, a ocupação ocorreu nas duas margens da Sanga da Restinga.

A classe de risco médio (R2) apresenta 21 imóveis, destes, 17 são moradias, tem-se moradias com perigo baixo e vulnerabilidade média ou alta e perigo médio a alto com vulnerabilidade baixa.

Na classe de risco baixo (R1), são nove moradias, todas com perigo baixo e vulnerabilidade média. A Figura 11 apresenta as áreas de risco de inundação nessa porção da área urbana.

Figura 11 – Mapa de risco de inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor um



Fonte: Elaborado pelo autor.

No setor localizado no centro-oeste da área urbana (Figura 12), dos 30 imóveis cadastrados sujeitos à inundação, 27 são de uso residencial e apenas duas classes de risco aparecem nessas ruas.

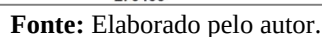
Na classe de risco alto (R3), estão as residências que variam de vulnerabilidade média a alta e próximas a rede de drenagem. A única moradia na classe de risco médio (R2), localiza-se na Rua Izaltino de Oliveira, tendo padrão construtivo alto, ou seja, possui a vulnerabilidade baixa, apesar de o perigo ser alto, os demais elementos nessa classe são imóveis onde não há residentes, como garagens ou imóveis fechados.

Nesse setor, tem-se uma área de expansão urbana, sendo que, nas ruas João Otto Friedrich e Vergílio Carvalho Bernardes, houve um avanço em direção à margem direita da Sanga da Restinga, durante as décadas de 80 e 90. A Figura 12 representa a espacialização das informações descritas anteriormente.

Outra área com risco de inundação está localizada a noroeste/norte da área urbana (Figura 13) e consiste em áreas onde ocorre a confluência da Sanga da Restinga com o Rio Vacacaí-mirim. A maioria das moradias é afetada pela inundação associada à Sanga da Restinga, exceto na Rua Osvaldo Aranha, onde a inundação está associada à planície de inundação do Rio Vacacaí-mirim. Isso se deve ao fato da presença de espécie de dique, formado pela ferrovia presente nessa área, com o seu curso em sentido SE-NO.

A expansão urbana, ocorrida em meados das décadas de 80 e 90, está fortemente relacionada com as áreas de risco nessa porção do perímetro urbano, nota-se que, nas ruas Cel. Horácio Borges,

Figura 12 – Mapa de risco de inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor dois



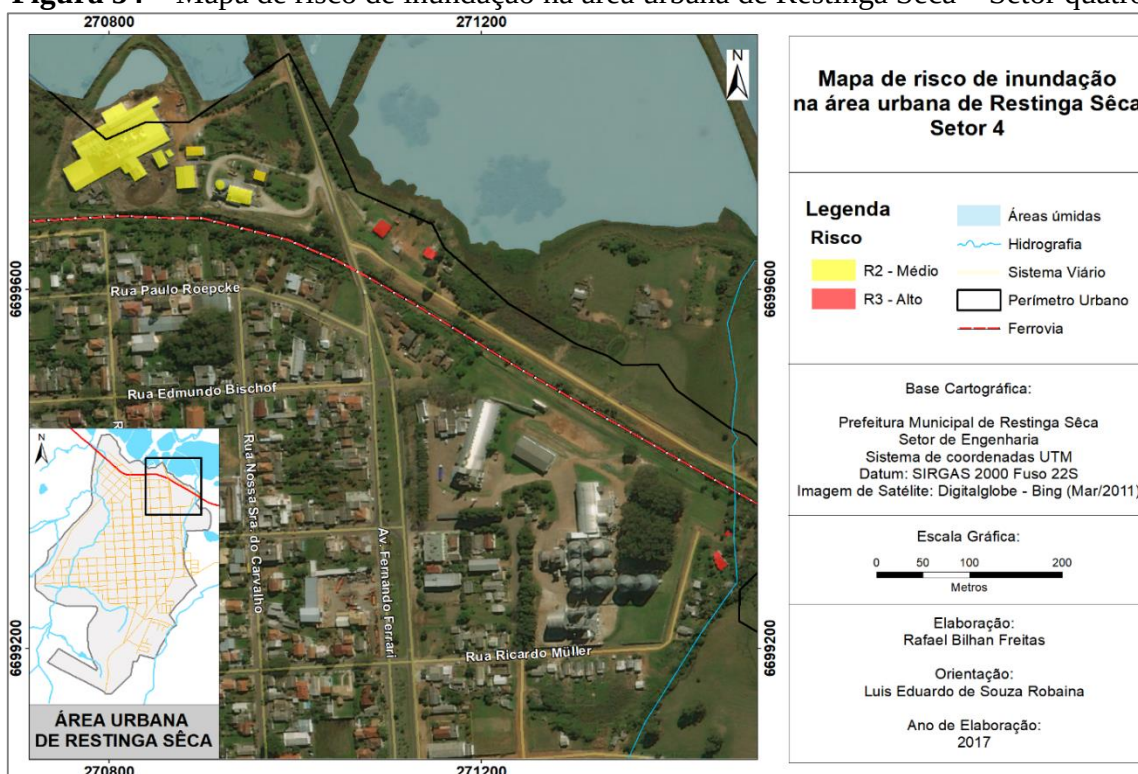
Os imóveis considerados como risco alto (R3) somam 40 moradias mais dois imóveis pertencentes a um asilo para idosos (que fica na Rua Osvaldo Aranha). As áreas com risco alto concentram-se nas ruas Cel. Horácio Borges, Assis Brasil e Osvaldo Aranha. Pode-se afirmar que as moradias com risco alto consistem em moradias com vulnerabilidade alta e perigo médio, ou vulnerabilidade média e perigo alto.

Na classe de risco médio (R2) tem-se 51 imóveis, sendo 39 moradias no total, bem distribuídas espacialmente nessa porção, podendo ser moradias com perigo que varia de baixo a alto, da mesma forma que a vulnerabilidade pode variar de baixa a alta. Tem-se ainda 12 imóveis com uso variado, que pode ser industrial, comercial, institucional (rádio), entre outros.

A classe de risco baixo (R1) nesse setor tem seis moradias, com vulnerabilidade que varia de média a baixa e com perigo baixo. Outros quatro imóveis são de uso Industrial (3) e comercial (1), com vulnerabilidade baixa e perigo baixo. A síntese das informações acerca do risco para essa área pode ser observada na Figura 13.

A última área identificada em risco de inundação fica ao norte/nordeste da área urbana (Figura 14). Assim como nas áreas descritas anteriormente, nesse setor, as áreas com risco também estão associadas ao crescimento da área urbana, que ocorreu nas décadas de 80 e 90 em praticamente todas as direções. Nessa área, foram cadastrados 15 imóveis com risco de inundação, destes, ocorrem sete com uso residencial e oito com uso industrial.

Figura 54 – Mapa de risco de inundação na área urbana de Restinga Sêca – Setor quatro



Fonte: Elaborado pelo autor.

Somente duas classes de risco aparecem nessa área: alta e média. Para a classe de risco alto (R3) tem-se as sete moradias, sendo cinco relacionadas à inundação de uma drenagem de primeira ordem, afluente da margem direita do Rio Vacacaí-mirim e outras duas moradias associadas à inundação da margem direita do rio Vacacaí-mirim. As moradias apresentam vulnerabilidade que varia de média a alta e apresentam perigo alto.

Na classe de risco médio (R2), estão os imóveis com uso industrial, onde a vulnerabilidade é baixa, mas o perigo é médio. A Figura 14 apresenta a síntese e a espacialização das informações apresentadas anteriormente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise das áreas de risco de inundação na área urbana de Restinga Sêca, fica evidente os prejuízos de ordem social e econômica para o município e, sobretudo, para a população afetada pelos processos. Esses eventos demandam aos órgãos competentes a adoção de medidas que visem à mitigação aos prejuízos e perdas que eles ocasionam.

A partir do conhecimento das áreas de risco, existe a necessidade do desenvolvimento de estratégias para o gerenciamento das áreas onde há o risco consolidado, destacando-se ações que visem à prevenção e à diminuição da vulnerabilidade da população afetada, bem como o acompanhamento das áreas mapeadas.

As áreas de risco de inundação, conforme identificadas e hierarquizadas, permitiram estabelecer que muitos problemas demandam a adoção de medidas não estruturais, tais como medidas preventivas no sentido de evitar o adensamento da ocupação nessas áreas e a conscientização da população sobre o descarte de resíduos sólidos nas drenagens.

Existe necessidade de uma análise, considerando as áreas de risco, para implantação de medidas estruturais como o reflorestamento das áreas de preservação e das nascentes na bacia hidrográfica da Sanga da Restinga (onde for possível em áreas sem ocupação), construção de bacias de captação (nas áreas verdes, próximas do curso hídrico) e dragagem da Sanga da Restinga, que se encontra extremamente assoreada, devido à forma de uso do solo na bacia hidrográfica.

O cadastro das áreas de risco de inundação na área urbana de Restinga Sêca permite identificar os locais onde são necessárias as ações prioritárias de prevenção e gerenciamento. Nessas áreas, são necessárias ações de resposta direta no que diz respeito aos aspectos relacionados ao perigo de inundação e à vulnerabilidade da população afetada.

NOTAS

¹ Sanga é um termo regional, utilizado na denominação de riachos, córregos ou arroios.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto Nº 6.135 de 26 de Junho de 2007**. Dispõe sobre o Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal. Brasília – DF, 26 jun. 2007a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6135.htm. Acesso em: 05 mar. 2016.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. Brasília – DF, 25 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.html. Acesso em: 25 jan. 2016.

BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: 2007b. 82p.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **S2ID - Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres**. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: 10 nov. 2017.

FREITAS, Rafael Bilhan. **Análise das áreas suscetíveis aos processos de inundação na área urbana do município de Restinga Sêca**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**: Restinga Sêca. Sistema agregador de informações do IBGE sobre os municípios e estados do Brasil: Resultados do Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=431550&search=|restinga-seca>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres Naturais e Geotecnologias**: Conceitos básicos. Santa Maria: INPE, 2008.

RÁDIO INTEGRAÇÃO (Rádio Jornal Integração - Restinga Sêca). Restinga Sêca, 17 out. de 2014. Facebook: **Chuva**: [...] alagamento na Rua Augusto Rossi. Disponível em: <https://www.facebook.com/radiojornalintegracao/posts/627873977325583>. Acesso em: 22 abr. 2017.

RÁDIO INTEGRAÇÃO (Rádio Jornal Integração - Restinga Sêca). Restinga Sêca, 17 out. de 2016a. Facebook: **Alagamento**: moradores das proximidades da Sanga da Restinga na parte baixa da cidade de Restinga Sêca unem forças para retirar seus pertences de suas residências. Disponível em: <https://www.facebook.com/watch/?v=1037490883030555>. Acesso em: 22 abr. 2017.

RÁDIO INTEGRAÇÃO (Rádio Jornal Integração - Restinga Sêca). Restinga Sêca, 25 out. de 2016b. Facebook: **Alagamento**: imagens [...]. Disponível em: <https://www.facebook.com/watch/?v=1044899925622984>. Acesso em: 22 abr. 2017.

RECKZIEGEL, Bernadete Weber. **Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

ROBAINA, Luis Eduardo de Souza; OLIVEIRA, Edson Luis Almeida. Bases Conceituais para o Estudo de Áreas de Risco em Ambientes Urbanos. In: ROBAINA, Luis Eduardo de Souza; TRENTIN, Romário (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 2013. p. 21-35.

Data de submissão: 30.09.2017

Data de aceite: 15.04.2020

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.