135 – INFLUÊNCIA DE EVENTO EXTREMO DE PRECIPITAÇÃO SOBRE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MUNICÍPIO DO ESPÍRITO SANTO – ESTUDO DE CASO

Arthur Mappa Soares (1)
Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental (IFES), Técnico em Meio-Ambiente (CEDTEC) e participante do edital 03/2023 - Programa Picti na modalidade voluntário.
Dejanyne Paiva Zamprogno Bianchi (2)
Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Doutora em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Professora do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES – Campus Vitória) e integrante do grupo de pesquisa GEMA.

Endereço (1)**:** Rua Archimedes Vivaqcua, 100 - Mata da Praia - Vitória - ES – CEP: 29060-360 - Brasil - Tel: +55 (27) 98151-9628 - e-mail: arthurmappa@gmail.com

RESUMO

Segundo o jornal de grande circulação A Gazeta, na matéria elaborada por Bruna Hemerly (2021), no dia 17 de janeiro de 2020 uma forte chuva atingiu a cidade de Iconha, que enfrentou severas dificuldades devido ao rio que corta os distritos e bairros da cidade subir aproximadamente oito metros e transbordar, destruindo pontes, invadindo casas e o comércio, deixando fortes cenas de destruição. Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE, 2012), o evento extremo de precipitação (EEP) é um evento climático e meteorológico extremo, sendo geralmente classificado como desastre natural do grupo hidrológico. Diante disso, foi feita uma consulta nos dados disponíveis no Atlas Digital de Desastres Naturais, expondo que houve ocorrências de inundação e chuvas intensas no ano de 2020 para cidade de Iconha, localizada na região sul do estado do Espírito Santo (ES). Para Júnior *et al.* (2021), os desastres naturais de origem climática representam um desafio para o planejamento e gestão das cidades brasileiras, tendo em vista que são recorrentes, e são evidenciados nas formas de inundações, enxurradas, alagamentos, deslizamentos de encostas que ocorrem com frequência em áreas urbanas durante o período chuvoso. As inundações que atingem muitos locais do país, têm gerado perdas econômicas, econômicas significativas e vários problemas que alteram a rotina dos cidadãos (BRASIL, 2007). Londe *et al.* (2014) destaca a necessidade de prevenção e mitigação desses efeitos com atividades de minimização dos riscos e de promoção da resiliência em sistemas vulneráveis, reduzindo perdas humanas e materiais. Complementado por Tsutiya *et al.* (2006), o sistema de abastecimento de água (SAA) acompanha diretamente a saúde da população em todos os estratos sociais, pois possibilita as mesmas oportunidades de higiene, conforto, bem-estar além de reduzir a necessidade de serviços da saúde. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo determinar se houve influência deste evento extremo ocorrido em 2020, sobre o SAA de Iconha, por meio de elaboração de mapas temáticos usando o artifício do processamento de dados obtidos na Defesa civil do Estado.

PALAVRAS-CHAVE: Evento extremo de precipitação (EPP); Sistemas de Abastecimento de água (SAA); Sistemas de Informações Geográficas (SIG); Desastres hidrológicos.

INTRODUÇÃO

A cidade de Iconha enfrentou severas dificuldades após o evento de precipitação extrema em 2020, que causou danos significativos à infraestrutura de abastecimento de água, evidenciando a fragilidade do sistema em face de condições meteorológicas adversas. Durante o evento ocorrido em 17 de janeiro de 2020, a região de Alfredo Chaves**,** próxima a Iconha (ES), registrou um volume de chuva de aproximadamente 300 mm em apenas 9 horas**.** Tal índice pluviométrico é considerado extremamente elevado e corresponde a um período de retorno estimado de 1.000 anos, caracterizando a raridade e severidade do evento (GUZZO e RIGO, 2020).

Segundo Júnior *et al.* (2021), eventos climáticos extremos são anomalias decorrentes de alterações dos elementos que compõem a normal climatológica, que segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), corresponde à média dos parâmetros meteorológicos de uma região, seguindo os critérios determinados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Diante disso, com base nos dados disponíveis no Atlas Digital, no Brasil, existem 17.655 (entre 1991 a 2024) registros de desastres do tipo hidrológico por todo território brasileiro, sendo 6.718 registros referentes a chuvas intensas. Paralelamente para o estado do Espírito Santo foram encontradas 163 ocorrências do evento no mesmo período, sendo 4 registros para o município de Iconha.

Para Londe *et al.* (2014), os desastres relacionados aos recursos hídricos e seus possíveis danos, são caraterizados por estarem geralmente associados ao excesso de água (inundações graduais e bruscas, rompimento de barragens e outros). As inundações frequentemente atingem muitos locais no país, provocando perdas econômicas significativas e vários problemas que alteram a rotina dos cidadãos (BRASIL, 2007), confirmando a necessidade de sistemas robustos de abastecimento de água e monitoramento para evitar ou minimizar estes impactos, que estão diretamente atrelados aos riscos à saúde pública, os quais podem ser minimizados ou eliminados com o uso apropriado de serviços de saneamento (FUNASA, 2017).

Nessa circunstância, a análise desses impactos proporciona uma compreensão dos danos ocorridos, como também serve para o desenvolvimento de estratégias futuras que visem aumentar a robustez dos SAA. Perante o exposto, foi elaborado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), concessionária de saneamento responsável do município de Iconha, um documento intitulado 'Relatório de Enchente' realizado em 2020 pós desastre, que estimou os prejuízos para manutenção dos serviços de água e esgoto, em aproximadamente R$ 55.000.000,00. Além disso, foi relatado em relação à infraestrutura do abastecimento de água na cidade, o rompimento de algumas redes de abastecimento, resultando em uma suspensão completa do abastecimento por um período de dois dias e que em dez dias a operação foi normalizada.

Schimith, Faria e Schimith (2007) relatam que o uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) em análises de cunho ambiental, como no caso dos desastres naturais e tecnológicos, permite uma investigação das relações espaciais pertencentes a um ambiente-alvo, configurando-se em um sistema de apoio à decisão. Essa abordagem é essencial para formular diagnósticos e desenvolver recomendações baseadas em evidências, que possam subsidiar uma melhora no sistema de abastecimento de água em Iconha e garantir a segurança hídrica da população frente a futuros eventos extremos.

Com o uso de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), é possível o gerenciamento de um conjunto de informações diversificadas necessárias para tomada de decisões em assuntos relacionados com o abastecimento de água e esgotamento sanitário. Sendo assim, a elaboração de mapas permite identificar áreas com maior grau de risco a inundação por setores e correlacionar esses impactos com as características do sistema de abastecimento de água. Para este trabalho foi utilizada a área da sede municipal na setorização de risco, devido ao arquivo produzido pela Defesa Civil e Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDURB) evidenciar pontos de risco apenas presentes na área da sede municipal.

Esse trabalho é parte de um projeto maior intitulado "*Caracterização e gestão de desastres no contexto sanitário, ambiental e de participação social"* vinculado ao grupo de estudos em modelagem ambiental e sustentabilidade – GEMA/IFES/Vitória-ES.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto do evento extremo ocorrido em 2020 sobre o sistema de abastecimento de água do município de Iconha.

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia adotada para este trabalho foi estruturada em quatro etapas principais, visando à avaliação abrangente do impacto do evento extremo de 17 de janeiro de 2020 sobre o sistema de abastecimento de água do município de Iconha-ES.

1. Levantamento de Dados Secundários

   Inicialmente, foram levantados dados referentes ao evento extremo ocorrido em janeiro de 2020, com ênfase nos registros oficiais de danos e impactos sobre a população e a infraestrutura hídrica. Como principal fonte será utilizado o Atlas Digital de Desastres no Brasil, desenvolvido pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), em parceria com o Ministério da Integração e outros órgãos federais, reunindo dados sobre de desastres ocorridos em território nacional.

   Esses dados são complementados por informações pluviométricas pontuais extraídas de boletins da Defesa Civil, relatórios municipais ou fontes como o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) e o INMET.

   Além disso, foram coletadas informações técnicas por meio de ofício ao SAAE-Iconha, responsável exclusivo pelo abastecimento de água de todo o município para obter dados sobre o sistema de abastecimento de água da municipalidade e como foi afetado durante o desastre, e o relatório de enchente disponibilizado pela defesa civil do município.

2. Avaliação dos Impactos no Sistema de Abastecimento de Água

   Nesta etapa, foi realizada uma avaliação dos principais impactos sofridos pelo sistema de abastecimento de água durante e após o evento, identificando:
   - Danos à infraestrutura hidráulica (captações, estações elevatórias, redes de distribuição);
   - Interrupções no fornecimento de água à população;
   - Tempo de resposta institucional frente ao desastre.

   Para complementar essa etapa, foram utilizadas informações fornecidas oficialmente pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Iconha, por meio de ofício, contendo dados sobre o funcionamento do sistema, durante o evento de 2020, a resposta operacional e os impactos na qualidade da água.

3. Geoprocessamento e Mapeamento das Áreas de Risco

   A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada em Silva Filho, Araújo e Nogueira (2016), a qual prevê, entre outras etapas, a análise das condições de acesso à água potável nos domicílios, conforme os dados do Censo Demográfico de 2010, disponibilizados pelo IBGE. Essa análise foi operacionalizada a partir das seguintes etapas:
   - Levantamento e extração dos dados do IBGE por meio da ferramenta Estatcart, focando nas variáveis relativas ao abastecimento de água em domicílios particulares permanentes, bem como nas formas alternativas de acesso a esse serviço;
   - Organização dos dados em planilhas eletrônicas e posterior espacialização das informações por meio do software QGIS 3.30.3;
   - Categorização dos domicílios quanto à qualidade do serviço de abastecimento, com base nos critérios estabelecidos pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), classificando os atendimentos como "adequados" ou "em déficit".

   Essa base metodológica permitiu a construção de mapas temáticos que representam espacialmente a situação do abastecimento de água no município de Iconha. Tais informações foram integradas à análise espacial de áreas de risco a eventos hidrológicos extremos, como inundações, por meio da sobreposição de camadas temáticas no ambiente SIG.

O mapeamento de risco utilizado neste estudo foi baseado no arquivo elaborado entre a Defesa Civil do Espírito Santo e a Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDURB), sendo disponibilizado através da plataforma Sistema Integrado e Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES). Trata-se de um arquivo *shapefile* referente à ação "Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Inundações", conduzida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), além das informações complementares do Plano Municipal de Redução de Risco de Vitória – ES, referentes ao risco de inundação no estado.

Essa integração possibilitou a identificação de sobreposições entre os setores censitários com déficit no serviço de abastecimento de água e as áreas classificadas como de alto ou muito alto risco, favorecendo uma análise integrada entre o saneamento básico e a gestão de riscos urbanos no município de Iconha.

4. Análise Integrada e Discussão dos Resultados

A última etapa consistiu na integração dos dados levantados e das análises realizadas, com o objetivo de avaliar os impactos sofridos pelo sistema de abastecimento de água do município de Iconha diante do evento extremo ocorrido em 2020. Essa avaliação identificou as fragilidades na infraestrutura do sistema, destacando os pontos críticos expostos durante o desastre

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Município de Iconha (Figura 01) está localizado à latitude Sul de 20º 47' 34" e longitude Oeste de Greenwich de 40º 48' 39", na microrregião Litoral Sul e Macrorregião Sul do estado do Espírito Santo, a 90 km de sua capital – Vitória. O município ocupa uma área de 203,528 km², limitando-se com os municípios de Alfredo Chaves, Rio Novo do Sul, Piúma e Anchieta. Está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Novo. (INCAPER, 2020).

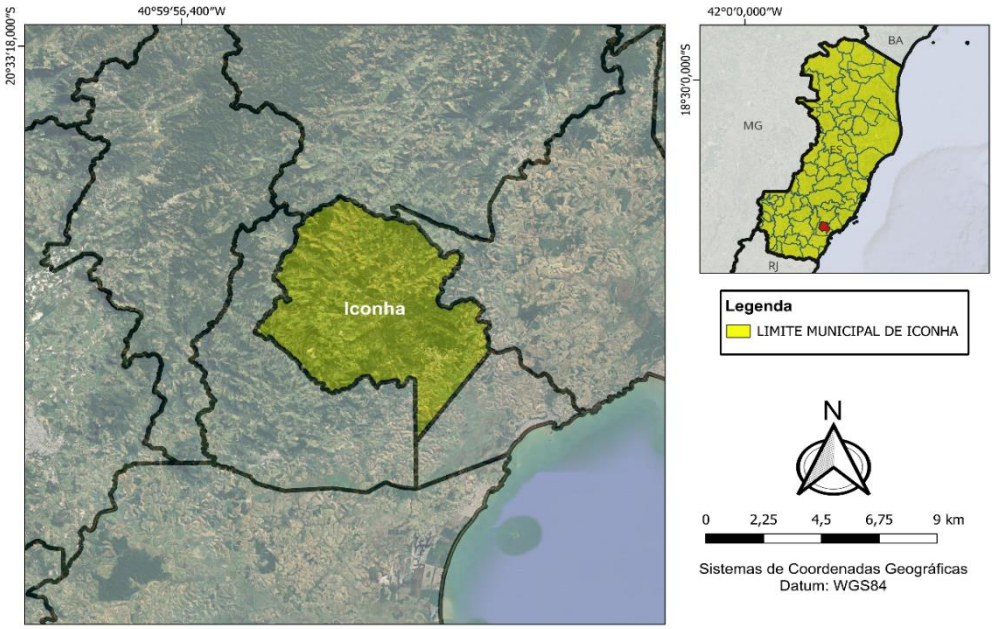

Figura 1: Limite municipal de Iconha

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Com base no Censo IBGE de 2010, foi encontrado o total de 12.523 habitantes em Iconha para o período. Na tabela 01, foi feito o levantamento referente apenas a quantidade dos domicílios particulares permanentes que foram encontrados, levando em consideração à sua relação com a classificação, tipo e forma de acesso à água no município.

Tabela 1: Número de domicílios permanentes no município de Iconha, em relação a sua classificação, tipo e forma de acesso à água.

Variáveis	Domicílios Permanentes	Percentual (%)
Classificação		
Urbano	2.511	62,00
Rural	1.536	38,00
Tipo de Localização		
Área urbanizada de cidade ou vila	2.118	52,33
Área urbanizada isolada	392	9,70
Zona rural (excluindo aglomerado rural)	1.484	36,67
Aglomerado rural isolado (povoado)	52	1,30
Forma de Acesso à Água		
Rede geral de água	2.545	62,88
Poço ou nascente	866	21,41
Cisterna	0	0,00
Outras formas	636	15,71

Fonte: Censo IBGE, 2010

A análise dos 4.047 domicílios permanentes do município de Iconha (ES), revelou que a maioria da população reside em áreas urbanas, totalizando 2.511 domicílios (62%), enquanto 1.536 domicílios (38%) estão situados em áreas rurais.

Quanto ao acesso à água, 62,88% dos domicílios (2.545 unidades) são atendidos pela rede geral de abastecimento, enquanto 21,41% (866 domicílios) utilizam poços ou nascentes como principal fonte hídrica. Outras formas de captação de água, como carros-pipa e reservatórios alternativos, são utilizadas em 15,71% dos domicílios (636 unidades). Não há registros de uso de cisternas na cidade.

A partir dos dados expostos da tabela 1, foi elaborada a Figura 02, onde é possível observar o mapa de domicílios do município de Iconha atendidos pela rede geral de abastecimento de água, dividido por setores censitários. Nesse contexto, a análise espacial realizada utilizando a metodologia de Smith (2007) e dados extraídos da plataforma Estatcart (IBGE, 2010), foi identificado que especificamente na sede municipal, onde se concentram os maiores adensamentos urbanos, o índice de atendimento considerado como excelente, de acordo com o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2013).

Essa observação está em consonância com o conteúdo do Relatório de Enchente elaborado pelo SAAE em 2020, que aponta que os principais danos à infraestrutura de abastecimento de água ocorreram justamente em regiões urbanizadas, como os bairros Centro, onde estão localizadas as captações, adutoras, elevatórias e estações de tratamento do sistema público. A relação entre os principais setores abastecidos pela rede geral e os locais atingidos pelo evento extremo justifica a escolha da área da sede municipal para detalhamento da análise espacial.

Essa delimitação espacial permite correlacionar os danos registrados pelo SAAE com a vulnerabilidade das áreas mais densamente povoadas e com maior dependência do sistema público de abastecimento de água, fortalecendo a compreensão dos impactos reais do desastre sobre o serviço essencial de fornecimento hídrico. Isso evidencia que, mesmo em regiões com altos índices de cobertura e qualidade do serviço, o sistema permanece vulnerável frente a eventos extremos, ressaltando a necessidade de resiliência da infraestrutura para garantir a continuidade dos serviços em situações de emergência.

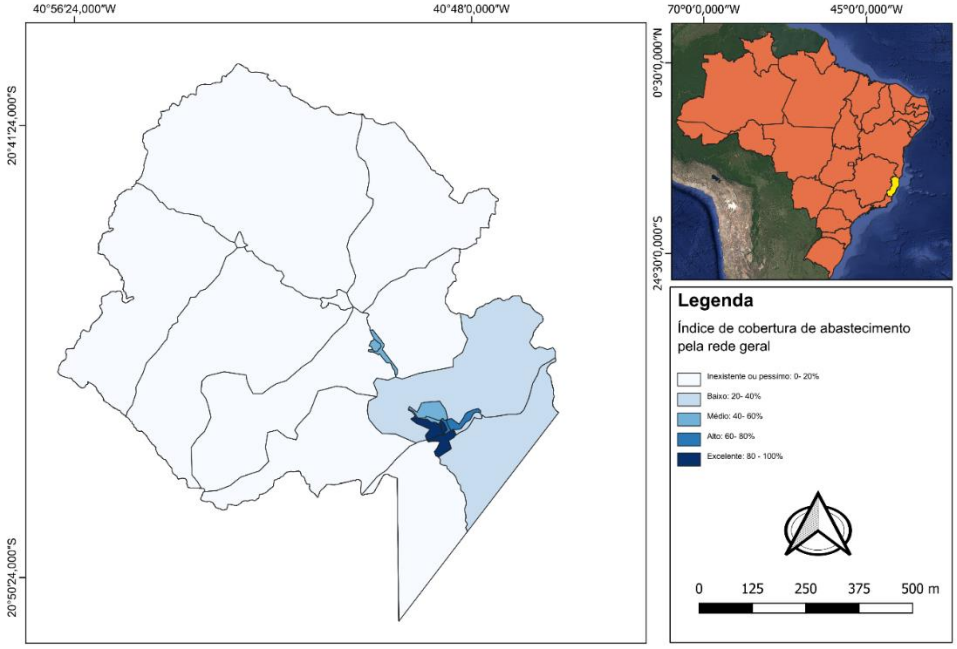

Figura 2: Mapa de domicílios particulares permanentes do município de Iconha atendidos pela rede geral abastecimento de água.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

No ano de 2020, em paralelo ao evento do objeto de análise, foi elaborado pela Defesa Civil e a Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDURB) e disponibilizado no site do GEOBASES, um arquivo *shapefile* contendo atualizações de áreas de risco nos municípios capixabas - "Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Inundações" - do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, e do "Plano Municipal de Redução de Risco de Vitória - ES" Risco de Inundação no estado. Entretanto, na execução dos mapas temáticos foram encontradas possíveis setores de risco em relação a inundações na sua sede municipal, resultado disso foi a exibição na figura 3.

Com isso, interligando a Figura 3 aos resultados encontrados na tabela 03 abaixo, observa-se que a concentração dos dados da setorização elaborada e essa delimitação justifica o foco analítico dado a essa região, especialmente diante da vulnerabilidade evidenciada durante o evento extremo de 2020. Na Tabela 3, apresentam-se os dados indicando os graus de risco (baixo, médio, alto e muito alto) e os respectivos tempos de recorrência dos eventos hidrológicos (até 5 anos, entre 5 e 10 anos, entre 10 e 30 anos, e entre 30 e 100 anos).

Tabela 3: Número de setores afetados na sede municipal de Iconha, em relação ao grau de risco e tempo de recorrência da inundação.

Variáveis	Número de Setores	Percentual (%)
Grau de Risco		
Baixo	22	21,57
Médio	25	24,50
Alto	30	29,43
Muito Alto	25	24,50
Tempo de Recorrência		
Tempo de recorrência até 5 anos	25	24,50
Tempo de recorrência entre 5 e 10 anos	30	29,43
Tempo de recorrência entre 10 e 30 anos	25	24,50
Tempo de recorrência entre 30 e 100 anos	22	21,57

Fonte: Tabela de Conteúdo *shapefile* Defesa Civil, 2020.

Essa representação espacial demonstrada na Figura 3 permite correlacionar de forma direta os setores urbanos mais vulneráveis à inundação com os bairros que apresentaram maior número de domicílios afetados segundo o Relatório de Enchente do SAAE. Dessa forma, a análise integrada reforça a importância de considerar o risco geoespacial na formulação de estratégias de prevenção e resposta rápida frente a eventos extremos, especialmente no que tange à continuidade dos serviços de abastecimento de água.

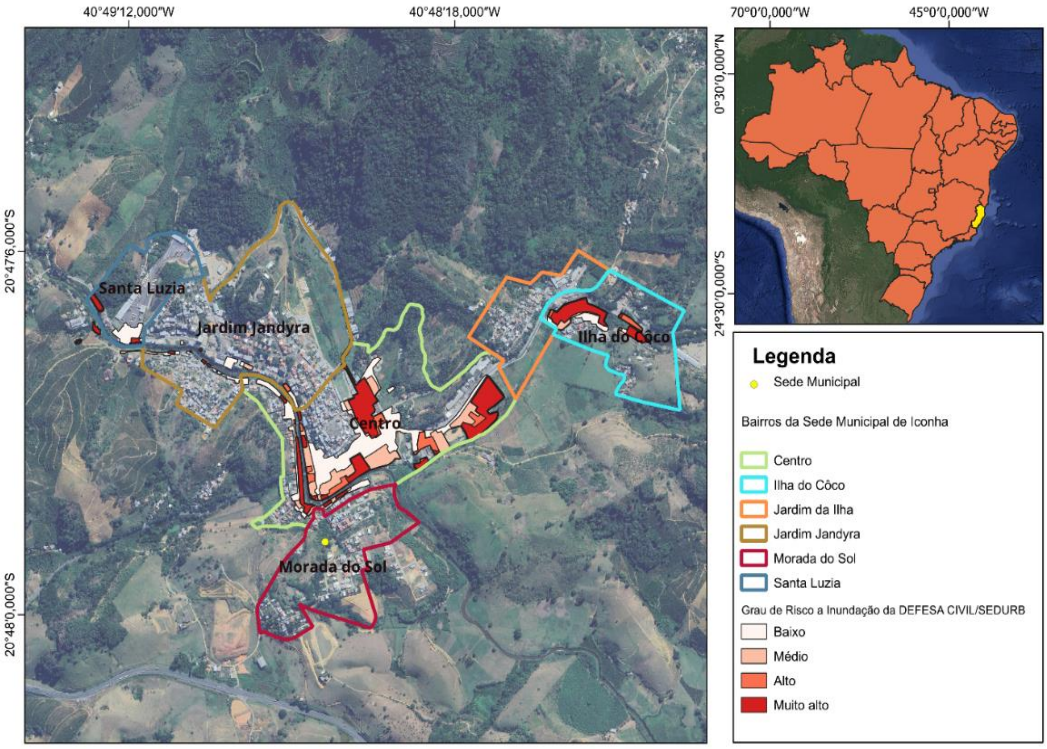

Figura 3: Mapa dos bairros da sede municipal sobreposta aos setores com risco a inundação.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

A análise da setorização de risco na sede municipal de Iconha revela que aproximadamente 53,93% dos setores mapeados apresentam alto ou muito alto risco de inundação, evidenciando a vulnerabilidade da região inundações. Os setores classificados como alto risco representam 29,43% do total (30 setores), enquanto aqueles com muito alto risco correspondem a 24,5% (25 setores). Já os setores de risco médio abrangem 24,5% (25 setores) e os de risco baixo somam 21,57% (22 setores).

Quanto à recorrência dos eventos, 29,43% dos setores (30 setores) apresentam uma frequência de inundações entre 5 e 10 anos, enquanto 24,5% (25 setores) registram ocorrências a cada até 5 anos, indicando um risco significativo de repetição dos desastres em curto prazo. Outros 24,5% dos setores (25 setores) têm eventos previstos entre 10 e 30 anos, enquanto 21,57% (22 setores) possuem um tempo de recorrência mais longo, entre 30 e 100 anos.

Diante desses dados, foi elaborada a Tabela 4, que apresenta o quantitativo populacional e de domicílios diretamente afetados por bairro na sede municipal de Iconha, evidenciando as localidades que concentram os maiores impactos em contextos de risco à inundação. A construção dessa tabela teve como base a delimitação dos bairros obtida por meio das ferramentas de geoprocessamento adjunto ao cruzamento entre os dados do Relatório de Enchente evidenciando os bairros com algum tipo de problema no SAA.

Tabela 4: Número relativo à população e domicílios afetados pela setorização de risco nos bairros da sede municipal.

Bairros da Sede	População Afetada	Domicílios Afetados
Centro	1.734	578
Ilha do Côco	360	120
Jardim da Ilha	0	0
Jardim Jandyra	264	88
Morada do Sol	0	0
Santa Luzia	165	55

Fonte: Tabela de Conteúdo *shapefile* Defesa Civil, 2020.

A análise dos dados relativos à população e aos domicílios afetados pelas inundações na sede municipal de Iconha evidencia que o bairro Centro foi o mais severamente impactado, concentrando 1.734 pessoas afetadas, o que corresponde a 68,74% do total, e 578 domicílios comprometidos, representando 68,73% do total de moradias atingidas. Esses números ressaltam a centralidade e a vulnerabilidade dessa região, que abriga grande parte da infraestrutura urbana e populacional do município.

Na sequência, destaca-se o bairro Ilha do Côco, com 360 moradores afetados (14,27%) e 120 residências atingidas (14,27%), seguido por Jardim Jandyra, que registrou 264 pessoas afetadas (10,46%) e 88 domicílios impactados (10,46%). Já o bairro Santa Luzia contabilizou 165 moradores afetados (6,53%) e 55 residências comprometidas (6,54%).

No bairro Santa Luzia 165 moradores foram afetados (6,53%) e 55 domicílios afetados (6,54%).Por outro lado, os bairros Jardim da Ilha e Morada do Sol não registraram pessoas ou domicílios afetados pelas inundações, o que pode estar relacionado a suas localizações fora das zonas de risco ou com uma melhor infraestrutura de drenagem e planejamento urbano, aspectos que contribuem significativamente para a resiliência frente a eventos hidrológicos extremos.

A partir dos resultados sistematizados na Figura 4, que representa a setorização espacial da população e dos domicílios afetados por inundações nos bairros da sede municipal de Iconha, foi possível atender ao objetivo central deste trabalho: avaliar os impactos dos eventos hidrológicos extremos sobre o sistema de abastecimento de água do município.

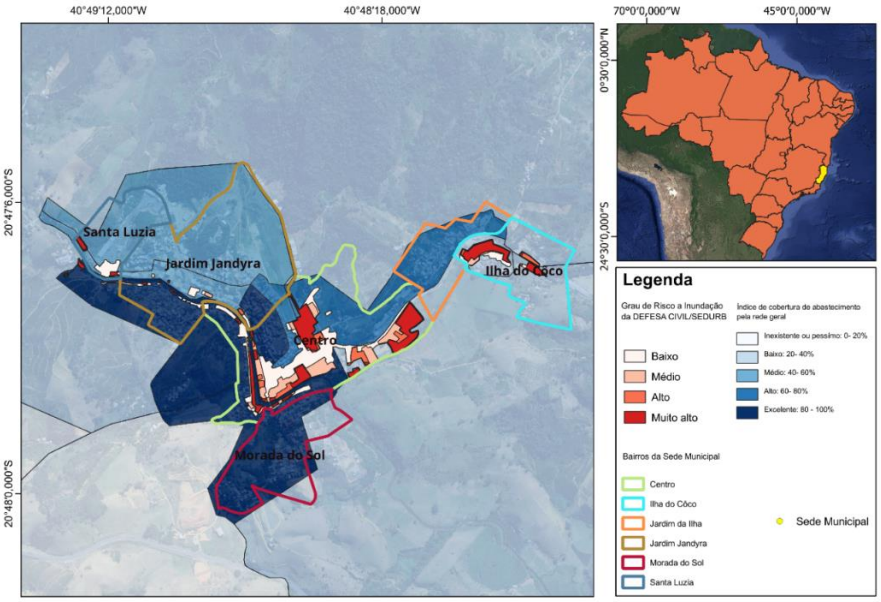

Figura 4: Mapa da sede municipal contendo o índice de abastecimento de água sendo sobreposta com os setores com risco a inundações.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi possível confirmar e avaliar o quanto o evento de 2020 afetou diretamente o SAA. Nota-se pelos mapas temáticos que à forma de abastecimento hídrico de 79,52% dos domicílios em áreas urbanizadas dependem da rede geral de água, a qual sofreu rompimentos e interrupções de serviço conforme relatório.

A análise espacial permitiu identificar com clareza os bairros mais vulneráveis (Centro, Ilha do Côco e Jardim Jandyra) concentrando a maior parte da população e dos domicílios afetados, o que reforça a relação entre a distribuição geográfica do risco e a localização da infraestrutura urbana crítica com o sistema de abastecimento de água. Os dados evidenciam que as áreas mais afetadas coincidem com as zonas classificadas com alto ou muito alto grau de risco a inundações, conforme apontado pela Defesa Civil e pelo mapeamento da CPRM.

Além disso, a correlação entre os setores impactados e os dados do Relatório de Enchente de 2020 do SAAE confirmam a paralisação temporária dos serviços de abastecimento de água e os prejuízos operacionais enfrentados pela concessionária, ressaltando a necessidade de ações preventivas e estratégias de resiliência urbana. A infraestrutura hídrica nesses setores foi amplamente afetada, ocasionando paralisações operacionais e gerando elevados custos de reposição. Além disso, diante dos resultados, pode-se observar que o município de Iconha apresentou baixo índice dos lotes domiciliares atendidos pela rede geral de abastecimento de água quando comparados a média nacional do mesmo ano.

O geoprocessamento, por meio da ferramenta SIG, se apresentou como uma boa ferramenta para identificar que o SAA está sendo diretamente afetado em situações de desastres, pois forneceu informações de visualização clara e objetiva, sendo executada no *software* QGIS versão 3.30.3, atrelado ao uso de arquivos no formato *shapefile* disponibilizados no sistema e a tabulação de resultados baixados do Estatcart acerca do censo demográfico de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE).

Os estudos de mapeamento temático visam caracterizar e entender a organização do espaço como base para o estabelecimento das ações e estudos futuros. A relação entre vulnerabilidades físicas, déficits infra estruturais e ocorrência de eventos extremos aponta para a urgência da implementação de medidas preventivas**,** planos de contingência e investimentos em resiliência urbana, especialmente nas áreas de maior densidade populacional e fragilidade ambiental. Com isso, a aplicação de um SIG específico auxiliando a gestão dos dados relativos a desastres, possibilitando um melhor controle e entendimento de um grande número de variáveis envolvidas, como forma de analisar as ocorrências dos eventos de precipitação que geram problemas no setor, por exemplo em casos de interrupções de fornecimento de água atrelado a identificação dos setores de maior ocorrência caracterizando aqueles mais problemáticos no enfrentamento aos desastres, resultando numa possibilidade de priorização na tomada de decisão quanto ao risco integrado.

Diante dos resultados obtidos neste estudo, recomenda-se:

- Novas informações técnicas agregadas a este estudo para subsidiar novos trabalhos que objetivem realizar outras relações entre os eventos extremos e impactos em SAA;
- O uso da ferramenta de geoprocessamento como suporte para a tomada de decisão quanto a implementação de ações para resiliência em áreas estratégicas de risco constatado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAZETA. Chuva no ES: especialista explica fenômeno que provocou caos no Sul. A Gazeta, Vitória, 20 jan. 2020. Disponível em: https://www.agazeta.com.br/es/sul/chuva-no-es-especialista-explica-fenomeno-que-provocou-caos-no-sul-0120.

ARAÚJO, S. C.; SILVA FILHO, J. A.; SILVA, G. M. S.; ANDRADE SOBRINHO, L. G.; NOGUEIRA, V. F. B. Espacialização dos serviços básicos de saneamento na zona rural do município de Pombal-PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 11, 2016.

BRASIL 2007. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. CARVALHO, Celso S., MACEDO, Eduardo. S. de OGURA, Agostinho T. (Orgs.). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007. 176 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Classificação e codificação brasileira de desastres (COBRADE): categoria, grupo, subgrupo, tipo, subtipo. Brasília: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2012.

CHAVES, CLÁUDIA FREITAS; ROCHA, NATHALIA; SANTOS, DANIEL AMORIM DOS. Análise de eventos de precipitação extrema no sul do Espírito Santo: o caso de Alfredo Chaves em 2020. In: ENCONTRO NACIONAL DE DESASTRES, 4., 2023, Salvador. Anais [...]. Salvador: ABRHidro, 2023. Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/241/IV-END0078-1-0-20240809-094546.pdf.

HEMERLY, B. Um ano após enchente, Iconha ainda se recupera da devastação na cidade. A Gazeta, Vitória, 18 jan. 2021. Disponível em: https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/um-ano-apos-enchente-iconha-ainda-se-recupera-da-devastacao-na-cidade-0121.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/.

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Proater. Iconha, 2020. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Iconha.pdf.

PEREIRA, F.; VANESSA, S. DESASTRES NATURAIS NO BRASIL: UM ESTUDO ACERCA DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS NAS CIDADES BRASILEIRAS. Revista da Academia de Ciências do Piauí, v. 2, n. 2, 2021.

Londe, Luciana de Resende *et al.* Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. Ambiente & Sociedade [online]. 2014, v. 17, n. 4, pp. 133-152. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1082V1742014. Epub 03 Fev 2015. ISSN 1809-4422.

PLANSAB. Plano Nacional de Saneamento Básico. Ministério das Cidades: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2013.

Ribeiro, A.A.C. Aplicações de sistemas de informações geográficas em empresa de saneamento. Edição: Universidade de Cruzeiro do Sul, Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano e rural. Vitória, 2012.

SAAE. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Relatório de Enchente. Iconha, ES: Serviço Autônomo de Água e Esgoto, 23 de jan. 2020.

Saneamento para Promoção a Saúde. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde, 12 de jul. 2017. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/sistemas-de-abastecimento-de-agua.

SCHIMITH, R.S.; FARIA, A.L.L.; SCHIMITH, D.S.B. Uso do geoprocessamento na análise ambiental da APA Carste de Lagoa Santa – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOGIA, 29., 2007, Ouro Preto. Anais [...]. Ouro Preto: UFOP, 2007. p. 263-270.

Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES). Defesa Civil – ES. Disponível em: https://ide.geobases.es.gov.br/maps/1118.

Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES). Disponível em: https://geobases.es.gov.br/.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Série Histórica. Ministério das Cidades: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2010.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. 3. ed. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006.