

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CAMPUS DE SOROCABA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUIS ALBERTO ARAUJO DORADO

**Estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos integrando
critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes**

Sorocaba

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CAMPUS DE SOROCABA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUIS ALBERTO ARAUJO DORADO

**Estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos integrando
critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientação: Prof. Dr. José Geraldo Vidal Vieira

Sorocaba

2025

Dorado, Luis Alberto Araujo

Estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos integrando critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes / Luis Alberto Araujo Dorado -- 2025.
151f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): José Geraldo Vidal Vieira
Banca Examinadora: José Geraldo Vidal Vieira, Tiago Fonseca Albuquerque Cavalcanti Sigahi, Tatiana Sussel Gonçalves Mendes
Bibliografia

1. Alocação de recursos. 2. Índice de vulnerabilidade. 3. Comunidades carentes. I. Dorado, Luis Alberto Araujo. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Luis Alberto Araujo Dorado, realizada em 19/09/2025.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Geraldo Vidal Vieira (UFSCar)

Prof. Dr. Tiago Fonseca Albuquerque Cavalcanti Sigahi (UFSCar)

Profa. Dra. Tatiana Sussel Gonçalves Mendes (UNESP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, fonte de sabedoria e fortaleza, por me guiar neste caminho e me conceder a perseverança necessária para concluir este trabalho. Sem Sua graça e bênção, esta conquista não teria sido possível.

À minha família, por seu amor incondicional, paciência e apoio constante. Suas palavras de incentivo e confiança em mim foram o motor que me impulsionou a seguir em frente nos momentos difíceis. Apesar da distância, sua presença tem sido meu maior refúgio durante esta etapa em um país estrangeiro.

Aos meus amigos, que com sua companhia, conselhos e ânimo tornaram este processo uma experiência mais leve. Seu apoio e compreensão foram fundamentais nesta jornada, especialmente nos momentos de adaptação a uma nova cultura e no desafio de aprender um novo idioma.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. José Geraldo Vidal Vieira, por sua orientação inestimável, paciência e conhecimento compartilhado. Seu compromisso e dedicação foram fundamentais na construção deste trabalho, e sua confiança em minhas capacidades me motivou a dar o meu melhor.

Por fim, aos meus colegas de mestrado, com quem compartilhei inúmeras horas de estudo, debates e aprendizado. Sua solidariedade e amizade foram essenciais para enfrentar os desafios desta experiência, desde a adaptação a um novo país até as dificuldades com o idioma. Obrigado por tornar este processo um caminho mais enriquecedor e motivador.

A todos vocês, o meu mais sincero agradecimento.

Estrutura para apoiar a alocação de recursos integrando critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes

Resumo:

Esta dissertação aborda o desafio da alocação de recursos em comunidades carentes, reconhecendo a complexidade estrutural que caracteriza esses territórios, marcada por desigualdades sociais, econômicas e ambientais interdependentes. Diante dessa realidade, o objetivo central do estudo foi propor uma estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos que integre critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes. O percurso metodológico envolveu a identificação e seleção de indicadores por meio de uma revisão sistemática da literatura e da utilização de bases de dados secundárias, culminando na construção de um Índice de Vulnerabilidade Composto (IVC). Esses indicadores foram ponderados com base no método *Swing Weighting (SW)*, possibilitando sua agregação em uma métrica única. Os dados foram então espacializados no ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), utilizado como ferramenta de visualização comparativa entre as regiões analisadas. Na sequência, o IVC foi incorporado como um critério no modelo de decisão multicritério, desenvolvido a partir da abordagem *Multi-Attribute Value Theory (MAVT)* e operacionalizado no software VISA, no qual também foram integrados os custos de intervenção e as preferências por categorias de recursos públicos. Estas preferências foram definidas a partir de uma entrevista com um tomador de decisão responsável pelos Centros de Referência da Assistência Social (CRAS). Com base nisso, foi conduzido um estudo de caso no município de Sorocaba (SP). Os resultados evidenciam que a estrutura proposta é capaz de sintetizar múltiplas dimensões da vulnerabilidade e apoiar a tomada de decisão com base em critérios transparentes e territorialmente informados. Embora o IVC tenha apontado regiões como Ipiranga, Vila Helena e Laranjeiras como os territórios mais vulneráveis, a etapa decisória com MCDA priorizou Laranjeiras, Ipiranga e João Romão, evidenciando uma convergência parcial entre os indicadores técnicos e a priorização final das áreas. Como limitações tem-se a dificuldade de padronizar indicadores em termos per capita e restrições associadas às terminologias para caracterizar comunidades carentes, além da visão restrita de um tomador de decisão. Tais limitações apontam caminhos para futuras investigações, incluindo o uso de dados primários mais granulares e a ampliação da participação comunitária na definição de critérios e pesos.

Palavras-chave: Alocação de recursos; análise de decisão multicritério; comunidades carentes; índice de vulnerabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Palavras-chaves.....	25
Figura 2. Diagrama de fluxo PRISMA.....	28
Figura 3. Número de publicações por ano.....	29
Figura 4. Lista de Jornal da revisão bibliográfica.....	30
Figura 5. Co-ocorrência de palavras-chave.....	31
Figura 6. Dendrograma de classificação hierárquica descendente com TS.....	33
Figura 7. CFA com classificação de cluster.....	34
Figura 8. Marco teórico da vulnerabilidade em comunidades desfavorecidas.....	48
Figura 9. Materiais e métodos.....	67
Figura 10. Mapa de Sorocaba dividido por abrangência CRAS.....	68
Figura 11. Síntese do procedimento metodológico para integração do IVC ao modelo MCDA ...	72
Figura 12. Estrutura da classificação dos tipos de vulnerabilidade.....	74
Figura 13. Estrutura da classificação e escala de pesos dos tipos de vulnerabilidade.....	77
Figura 14. Integração de mapas SIG.....	79
Figura 15. Porcentagem de homens e mulheres registrados.....	86
Figura 16. Número de homens e mulheres por unidade de cuidados.....	87
Figura 17. Total de pessoas por faixa etária no somatório de todos os CRAS.....	88
Figura 18. Distribuição de pessoas por faixa etária e unidade do CRAS.....	89
Figura 19. Distribuição do IVS.....	99
Figura 20. Distribuição do IVE.....	100
Figura 21. Distribuição do IVA.....	102
Figura 22. Mapa IVS.....	103
Figura 23. Mapa IVE.....	104
Figura 24. Mapa IVA.....	105
Figura 25. Mapa IVC.....	106
Figura 26. Árvore de valor.....	110
Figura 27. Resultados da alocação de recursos com VISA.....	111
Figura 28. Análise de sensibilidade.....	113
Figura 29. Resultados da alocação de recursos com vulnerabilidade percebida.....	115
Figura 30. Comparação de valores entre IVC e percepção de vulnerabilidade.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de índices	44
Tabela 2. Tipos de vulnerabilidade e indicadores	46
Tabela 3. Abordagens para Alocação de Recursos	58
Tabela 4. Comparação de métodos de alocação de recursos com critérios de vulnerabilidade.....	64
Tabela 5. Categorias de dados	69
Tabela 6. Descrição dos cinco serviços a serem analisados.	70
Tabela 7. Base de dados com informação sobre comunidades carentes.....	89
Tabela 8. classificação de índices de vulnerabilidade	90
Tabela 9. Priorização das vulnerabilidades.....	91
Tabela 10. Peso dimensões de vulnerabilidade social	92
Tabela 11. Índices de vulnerabilidade social	93
Tabela 12. Peso dimensões de vulnerabilidade econômica	94
Tabela 13. Índices de vulnerabilidade econômica	94
Tabela 14. Peso dimensões de vulnerabilidade ambiental.....	95
Tabela 15. Índices de vulnerabilidade ambiental.....	96
Tabela 16. Cálculo da vulnerabilidade Social da variável doenças no CRAS Ana Paula Eleuterio	97
Tabela 17. Cálculo do IVS.....	98
Tabela 18. Cálculo do IVE	99
Tabela 19. Cálculo do IVA.....	101
Tabela 20. Cálculo do IVC	102
Tabela 21. Comparação de valor	108
Tabela 22. Ranking de critérios	109
Tabela 23. Integração dos recursos e da vulnerabilidade no modelo de decisão.....	110
Tabela 24. Ranking de vulnerabilidade percebida.....	114
Tabela 25. Exemplo ilustrativo do cálculo da vulnerabilidade.....	143

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice 1. Grupo de palavras-chave	134
Apêndice 2. Formula em base de dados	135
Apêndice 3. Impacto e estratégias contra tipos de vulnerabilidade em comunidades carentes...	136
Apêndice 4. Exemplo ilustrativo	143
Apêndice 5. Entrevista estruturada para tomador de decisão	145

LISTA DE ABREVIATURAS

Análise Custo-Benefício (CBA)

Análise de decisão multicritério (ou *Multicriteria Decision Analysis* - MCDA)

Análise de Portfólio (PDA)

Centro de Referência de Assistência Social (CRAS)

Índice de vulnerabilidade ambiental (IVA)

Índice de vulnerabilidade composto (IVC)

Índice de vulnerabilidade econômica (IVE)

Índice de vulnerabilidade social (IVC)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Multi-Attribute Value Theory (MAVT)

Rank – Sum (RS)

Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)

Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Swing Weighting (SW)

Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)

Visual Interactive Sensitivity Analysis (VISA),

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Formulação da questão do problema.....	12
1.2 Objetivo principal.....	16
1.3 Objetivos secundários.....	16
1.4 Justificativa.....	17
1.5 Contribuição	19
1.6 Estrutura da pesquisa.....	20
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 Análise da literatura sobre “Vulnerabilidades em Comunidades Carentes”.....	23
2.1.1 Determinar as palavras-chave.....	23
2.1.2 Análise da base científica sobre vulnerabilidade em comunidades carentes.....	25
2.1.3 Detalhamento do protocolo PRISMA.....	27
2.1.4 Análise descritiva	28
2.1.5 Visualização de Redes Bibliométricas.....	30
2.1.6 Análise de Conteúdo.....	31
2.1.7 Análise de literatura.....	34
2.2 Comunidades carentes	35
2.2.1 Características gerais das comunidades carentes.....	35
2.2.2 Vulnerabilidade em Comunidades Carentes.....	37
2.2.3 Vulnerabilidade Social.....	37
2.2.4 Vulnerabilidade Econômica.....	39
2.2.5 Vulnerabilidade Ambiental	40
2.2.6 Outros Tipos de Vulnerabilidade	41
2.2.7 Índices de vulnerabilidade	43
2.3 Alocação de Recursos.....	49
2.3.1 Análise de Decisão Multicritério.....	51
2.3.2 Análise de Portfólio.....	53
2.3.3 Análise de Custo-Benefício	55
2.4 Alocação de Recursos em Comunidades Carentes.....	59
2.4.1 Impacto dos tipos de vulnerabilidade nas comunidades carentes.....	62
2.5 Conclusão do capítulo 2	66

3.	MATERIALES E METODOS.....	66
3.1	Objeto de estudo	68
3.2	Amostra de dados	69
3.2.1	Entrevista estruturada.....	70
3.3	Procedimento metodológico	71
3.3.1	Identificação dos índices de vulnerabilidade.....	73
3.3.2	Classificação e atribuição de pesos aos índices de vulnerabilidade	73
3.3.3	Cálculo dos índices de vulnerabilidade	77
3.3.4	Visualização dos índices por meio de SIG	79
3.3.5	Avaliação dos critérios.....	80
3.3.6	Incorporação do IVC na MCDA	81
3.4	Conclusão do capítulo 3.....	84
4.	RESULTADOS.....	86
4.1	Análise da amostra de dados do objeto de estudo	86
4.2	Identificação dos índices de vulnerabilidade.....	89
4.3	Classificação e atribuição de pesos aos índices.....	90
4.3.1	Vulnerabilidade social	91
4.3.2	Vulnerabilidade econômica	93
4.3.3	Vulnerabilidade Ambiental.....	95
4.4	Cálculo dos índices de vulnerabilidade	96
4.5	Visualização dos índices por meio de SIG	102
4.5.1	Mapa de Vulnerabilidade Social.....	103
4.5.2	Mapa de Vulnerabilidade Econômica.....	104
4.5.3	Mapa de Vulnerabilidade ambiental	105
4.5.4	Mapa de Vulnerabilidade Composta.....	106
4.6	Avaliação de recursos	107
4.7	Incorporação do critério de vulnerabilidade na alocação de recursos	109
4.7.1	Análise de Sensibilidade.....	112
4.7.2	Comparação entre valores do ranking de vulnerabilidade percebida e o IVC	114
5.	Discussão	116
6.	CONCLUSÃO.....	118
6.1	Limitações	120

6.2	Recomendações para Trabalhos futuros	121
7.	BIBLIOGRAFIA	122
8.	APÊNDICE	134

1. INTRODUÇÃO

A alocação de recursos e a avaliação da vulnerabilidade em comunidades carentes são temas centrais para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes e programas de intervenção social (Silva e Crisóstomo, 2019). Essas comunidades, frequentemente caracterizadas pela pobreza, pela falta de acesso a serviços básicos e pela exposição a múltiplos perigos, demandam estratégias específicas que considerem suas necessidades particulares e os riscos (Chumo et al., 2023a). Assim, compreender como esses temas têm sido tratados na literatura científica é crucial para identificar abordagens bem-sucedidas e lacunas que precisam ser preenchidas.

Nesse contexto, a vulnerabilidade pode ser entendida como a suscetibilidade de indivíduos ou grupos a sofrer impactos adversos devido à combinação de fatores sociais, econômicos, ambientais e institucionais (Adger, 2006). Em comunidades pobres, essa vulnerabilidade se manifesta de forma multidimensional, considerando a falta de infraestrutura física, moradia, emprego, segurança, saúde; e também devido à exposição a riscos ambientais, como inundações ou deslizamentos de terra, presentes em áreas urbanas densamente povoadas (Chumo et al., 2023a; Godone et al., 2023).

Um dos principais desafios enfrentados por tomadores de decisões é alocar recursos de maneira eficiente, levando em conta tanto as limitações orçamentárias quanto a complexidade das necessidades locais (Pongeluppe, 2022), mediante vários critérios, por exemplo, saúde, educação, transporte, empregabilidade, estrutura básica e viária. Estudos apontam que a distribuição inadequada de recursos não apenas agrava desigualdades existentes, mas também dificulta a recuperação dessas comunidades (Li et al., 2023; Suênio Anderson et al., 2021; Zhou et al., 2022). Assim, há uma necessidade premente de desenvolver estratégias mais resilientes e inclusivas, capazes de equilibrar eficiência e equidade.

As metodologias de apoio à análise de decisão multicritério (ou *Multicriteria Decision Analysis* - MCDA) emergem como soluções promissoras para enfrentar esse desafio. Elas permitem considerar simultaneamente múltiplos critérios, como indicadores socioeconômicos, ambientais e de segurança, para orientar decisões mais informadas (Tripathi et al., 2022). A integração de critérios de vulnerabilidade nesses modelos apresenta três vantagens principais: a alocação mais equitativa de recursos para as áreas mais necessitadas; maior transparência no

processo decisório; e um enfoque participativo que envolve a comunidade no processo de priorização. Complementarmente, o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) se mostra essencial para mapear áreas críticas, visualizar padrões espaciais de risco e apoiar a tomada de decisão baseada em evidências georreferenciadas, garantindo que as ações implementadas considerem a distribuição territorial (Fernández e Wu, 2018; Tripathi et al., 2022; Zhang et al., 2020).

Diante disso, esta dissertação propõe uma estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos que analise critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes de forma integrada. Abordar esse tema é de suma importância devido à sua conexão com questões fundamentais de equidade social, direitos humanos e desenvolvimento sustentável (Roncancio e Nardocci, 2016). Em um contexto global de aumento das disparidades entre ricos e pobres, compreender como os recursos são alocados torna-se essencial para desvendar as complexas relações entre estruturas de poder, processos de exclusão e dinâmicas de marginalização (Murillo et al., 2021). Essa desproporção no desenvolvimento contribui para um ciclo de pobreza extrema para alguns, enquanto outros acumulam riqueza. Por isso, é imperativo que os dirigentes governamentais considerem igualmente esses grupos marginalizados, promovendo condições e oportunidades dignas para todos (Sezerino e Tiepolo, 2024).

1.1 Formulação da questão do problema

A alocação eficiente de recursos torna-se uma ferramenta fundamental para mitigar as desigualdades em comunidades carentes; melhorar as condições de vida dessa população é um desafio significativo devido à complexidade das vulnerabilidades enfrentadas por essas populações (Chumo et al., 2023a). Identificar as prioridades de intervenção e distribuir recursos de forma equitativa e eficaz continua sendo um desafio, dada a diversidade de fatores envolvidos e as limitações orçamentárias, essas comunidades, frequentemente marginalizadas, apresentam múltiplas dimensões de vulnerabilidade que dificultam a implementação de políticas públicas eficazes (Diwakar, 2019).

Entre essas vulnerabilidades, destacam-se os fatores socioeconômicos. Segundo Khan et al. (2024), o rápido crescimento da população urbana, a urbanização e proliferação de bairros marginalizados devem-se, em grande parte, à globalização. Hasan et al. (2024) evidenciam que

essas comunidades enfrentam acesso limitado a serviços. Os autores desenvolveram um estudo no qual examinaram diversos indicadores, como demografia, educação, emprego, acesso a serviços públicos e atendimento médico, para identificar áreas de baixa, moderada ou alta vulnerabilidade, por meio do cálculo de um indicador integral que agrupa esses fatores. Os trabalhos de Khan et al. (2024) e Hasan et al. (2024) ressaltam a importância de integrar avaliações abrangentes de vulnerabilidade nas políticas de saúde pública, com o intuito de reduzir desigualdades e melhorar o bem-estar das comunidades estudadas.

Outra vulnerabilidade destacável é a ambiental. Segundo Jankowska et al. (2011), as populações marginalizadas são um claro exemplo daquelas situadas em zonas altamente vulneráveis a inundações e à degradação ambiental, além de serem marcadas pelo status social e pela demografia. Por isso, é pertinente realizar um estudo local que, por meio de trabalho de campo e análise geoespacial, permita determinar se existe uma relação direta entre altos níveis de vulnerabilidade e os indicadores característicos dos bairros marginalizados. Da mesma forma, Bastos Moroz e Thieken (2024) argumentam que o crescimento urbano e o aumento da pobreza nas cidades são fatores determinantes no risco de desastres. Em seu estudo, os autores evidenciaram que os impactos de um desastre estão fortemente relacionados às transformações históricas no padrão de ocupação e uso do solo urbano. O estudo estima que aproximadamente 46% menos edificações teriam sido danificadas caso o mesmo evento tivesse ocorrido cerca de duas décadas antes. Nesse sentido, a incorporação de fatores ambientais como o clima, as características do solo, a exposição a desastres naturais e os níveis de poluição nas avaliações de vulnerabilidade revelam-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de mitigação e prevenção de riscos futuros.

Embora diversos estudos tenham se concentrado em analisar a vulnerabilidade em comunidades marginalizadas, muitas investigações se limitam a examinar apenas um tipo específico de vulnerabilidade. Algumas pesquisas focam exclusivamente na dimensão socioeconômica sem considerar o impacto dos fatores ambientais. Por exemplo o estudo realizado por Chumo et al. (2023a) identificou fatores em diferentes níveis de saúde e bem-estar em comunidades desfavorecidas para ajudar os tomadores de decisão a se envolverem em um pensamento mais amplo e colaborativo sobre estratégias que podem efetivamente reduzir os desafios, entender os fatores que impulsionam a vulnerabilidade de uma perspectiva populacional,

como a exposição a fatores ambientais. Em contrapartida, outras pesquisas priorizam o risco de desastres naturais sem avaliar as desigualdades sociais subjacentes. No trabalho realizado por Wilk et al. (2018), identificou-se a vulnerabilidade climática em Kota, na Índia, onde as partes interessadas destacaram que o conhecimento local não foi suficientemente utilizado para informar planejamento e políticas sólidas, os planos de ação não incluíram representantes da comunidade na tomada de decisões e, no caso de comunidades desfavorecidas, nenhuma implementação das ações propostas foi realizada, excluindo e agravando a situação que se encontravam.

No trabalho realizado por Potnis e Gala (2020), concluiu-se que a combinação de um planejamento proativo em torno das vulnerabilidades dessas comunidades é uma das melhores maneiras de se conectar com essas populações para beneficiá-las por meio de soluções tecnológicas. Um monitoramento constante e reflexivo dos desafios identificados durante o trabalho de campo e a adoção de medidas de resposta adequadas constitui uma estratégia eficaz para gerir os múltiplos desafios decorrentes das vulnerabilidades de ordem geográfica, temporal, tecnológica, financeira, educacional, psicológica, informativa, de infraestrutura, social e cultural. A ausência de uma abordagem integrada que contemple a interseção entre esses diferentes fatores fragmenta a análise e pode levar a estratégias de alocação de recursos que não reflitam plenamente as reais necessidades das comunidades, resultando em intervenções que, apesar de suas boas intenções, não conseguem enfrentar os complexos desafios que elas enfrentam.

Para lidar com essa limitação, a MCDA tem ganhado destaque como uma abordagem eficaz para apoiar a tomada de decisão em processos de alocação de recursos (Tripathi et al., 2022), apoiada pelos SIGs. O SIG permite a visualização e análise espacial dos dados, facilitando a identificação de padrões de vulnerabilidade em diferentes territórios (Mazumder et al., 2022). Já o MCDA possibilita a incorporação de múltiplos critérios na priorização das decisões, garantindo que diferentes dimensões da vulnerabilidade sejam consideradas de forma equilibrada (Nikolić et al., 2023; Pham et al., 2021). Essa integração ajuda no apoio das decisões sendo mais fundamentadas e transparentes, permitindo que gestores públicos e tomadores de decisão distribuam os recursos de maneira mais equitativa.

Apesar dos avanços, ainda há espaço para inovação no uso do SIG dentro dos processos de decisão multicritério. Neste estudo, o SIG foi utilizado principalmente como ferramenta de visualização e espacialização, permitindo representar territorialmente os resultados obtidos na

etapa inicial de ponderação dos indicadores. Por meio da aplicação do método Swing Weighting (SW), foram atribuídos pesos às dimensões de vulnerabilidade (social, econômica e ambiental) e às variáveis correspondentes, o que possibilitou a construção do Índice de Vulnerabilidade Composto (IVC). Esse índice, calculado a partir de dados secundários e da ponderação multicritério, foi então espacializado no ambiente SIG para facilitar a comparação entre territórios. Em seguida, o IVC foi incorporado como um critério no modelo MCDA, permitindo que a dimensão espacial das vulnerabilidades faça parte da priorização dos recursos. Essa abordagem pode contribuir para um processo de alocação mais justo e eficiente, garantindo que as intervenções sejam direcionadas às áreas com maior necessidade de forma objetiva e baseada em evidências.

Para enfrentar essa problemática, é fundamental desenvolver um arcabouço analítico integrado que incorpore indicadores de vulnerabilidade como critério de entrada nos métodos de decisão multicritério. A análise de decisão multicritério consolidou-se como uma estrutura essencial para apoiar decisões complexas que envolvem critérios conflitantes, oferecendo uma abordagem estruturada para integrar dados de desempenho e julgamentos de valor (Zheng e Lienert, 2018). Nesse contexto, a Teoria do Valor Multiatributo (MAVT) destaca-se por sua robustez axiomática e por possibilitar a modelagem explícita das preferências dos tomadores de decisão, permitindo uma agregação transparente e consistente dos atributos avaliados (Pergher e De Almeida, 2018). Além disso, a evolução recente de ferramentas computacionais e interativas ampliou a aplicabilidade da MAVT, ao facilitar tanto a atribuição de pesos quanto a exploração de cenários e análises de sensibilidade, tornando o processo mais participativo e transparente. Ainda assim, sua implementação em contextos reais exige atenção quanto à seleção de indicadores adequados, à integração de dados territoriais e à validação empírica dos resultados (Potnis e Gala, 2020).

Visando identificar e classificar os tipos de vulnerabilidades que as comunidades desfavorecidas apresentam, como as sociais, econômicas e ambientais, e, ao mesmo tempo, que estas sejam consideradas como critério para os tomadores de decisão na alocação de recursos, esta dissertação busca responder à seguinte questão principal:

Como fazer a alocação de recursos em comunidades carentes levando em consideração suas vulnerabilidades, benefícios e custos?

A resposta a essa questão poderá oferecer uma nova perspectiva sobre a tomada de decisão em contextos de vulnerabilidade, propondo uma estrutura robusta, transparente a cenários reais.

1.2 Objetivo principal

O objetivo desta dissertação é propor uma estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos que integre critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes.

1.3 Objetivos secundários

Objetivo específico 1: Identificar e classificar os indicadores de vulnerabilidade usados em pesquisas em comunidades carentes.

Para atingir o objetivo específico 1, será revisada a literatura existente sobre indicadores de vulnerabilidade, uma vez que são intrinsecamente multidimensionais, abrangendo aspectos sociais, econômicos, ambientais, físicos, de infraestrutura, educacionais e institucionais, podendo ser organizados em categorias que permitam uma análise sistemática e integrada (Patri et al., 2022). Uma classificação abrangente desses indicadores fornecerá uma base teórica robusta, facilitando a comparação entre estudos e contribuindo para o aprimoramento de estruturas de avaliação de vulnerabilidade em comunidades carentes. O número de dimensões e variáveis estudadas dependerá das informações coletadas ou fornecidas pelas agências.

Objetivo específico 2: Incorporar os indicadores de vulnerabilidade em um modelo de decisão multicritério para alocação de recursos, juntamente com benefícios e custos.

Para atingir o objetivo específico 2, os indicadores de vulnerabilidade consolidados no IVC foram incorporados a um modelo de decisão multicritério. O mapa de vulnerabilidade plotado no SIG, a partir dos cálculos dos índices, serviu como base para mostrar as diferentes dimensões de risco social, econômico e ambiental, assim como o IVC, permitindo maior clareza das áreas que necessitam priorização na alocação de recursos. A ponderação dos critérios foi realizada por meio do método Swing Weighting (SW), dentro da abordagem MAVT, operacionalizada no software VISA. Essa combinação metodológica garantiu maior transparência, consistência e fundamentação técnica ao processo decisório, permitindo priorizar territórios de forma mais justa e alinhada às necessidades reais das comunidades (Chakhar e Martel, 2003; Membele et al., 2024; Tripathi et al., 2022).

Objetivo específico 3: Validar a estrutura por meio de um estudo de caso.

Para atingir o objetivo específico 3, a aplicação prática da estrutura será realizada em estudo de caso hipotético, demonstrando sua viabilidade, destacando a capacidade de identificar áreas de alta vulnerabilidade e orientar estrategicamente a alocação de recursos. A validação empírica da estrutura analítica permitirá ajustes e refinamentos no modelo, contribuindo para a melhoria contínua das estratégias de mitigação de riscos em comunidades carentes.

1.4 Justificativa

A alocação de recursos em comunidades carentes tem sido amplamente discutida na literatura, mas muitas abordagens ainda falham em integrar critérios específicos de vulnerabilidade (Diwakar, 2019; Hasan et al., 2024; Lemmertz et al., 2023). Estudos anteriores destacam que a pobreza e a marginalização são fenômenos complexos, influenciados por fatores socioeconômicos, políticos e ambientais (Khan et al., 2024; Rygel et al., 2006). No entanto, as políticas públicas frequentemente adotam modelos de distribuição homogêneos, que não capturam as particularidades dessas populações (Murillo et al., 2021). Isso indica uma lacuna na literatura quanto à necessidade de uma estrutura que combine análises de decisão multicritério e avaliações de vulnerabilidade para alocações mais precisas e eficazes.

A justificativa deste estudo se fundamenta na necessidade de aprimorar os processos de alocação de recursos em comunidades carentes, integrando um critério de vulnerabilidade composto. O IVC abarca índices relevantes e presentes nas condições em que vivem as comunidades desfavorecidas, destacando-se os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Cada um desses tipos de vulnerabilidades foi apresentado em estudos individualmente ou em combinação, mas muito poucos foram apresentados de forma abrangente. Por exemplo, o estudo realizado por Giri et al. (2021), mostra a importância de todos os aspectos envolvidos nas comunidades para determinar as causas, sendo as mudanças climáticas as que estavam gerando impactos graves em regiões montanhosas onde residiam comunidades desfavorecidas e identificou que sua capacidade de resposta dependia dos recursos e da capacidade de tomar decisões oportunas.

A tomada de decisão baseada apenas em critérios convencionais (custo e benefícios) frequentemente desconsidera as condições reais de populações marginalizadas, exacerbando

desigualdades já existentes como acesso a serviços, trabalho, educação, entre outros (Nikolić et al., 2023; Tripathi et al., 2022). Dessa forma, este estudo pretende apresentar uma base teórica e metodológica que permita aos tomadores de decisão incorporar aspectos multidimensionais da vulnerabilidade social na distribuição de recursos (Pongeluppe, 2022).

As comunidades carentes, frequentemente negligenciadas em processos políticos e administrativos, enfrentam desafios complexos que agravam sua vulnerabilidade, incluindo pobreza extrema, falta de acesso a serviços essenciais e exposição a riscos socioambientais (Kimani-Murage et al., 2014). Compreender como essas dificuldades são abordadas na literatura científica permite identificar estratégias eficazes e lacunas que persistem, auxiliando na formulação de políticas mais inclusivas e sustentáveis a longo prazo.

A relevância deste estudo também reside na complexidade e multidimensionalidade da vulnerabilidade. Diferentes fatores socioeconômicos, geográficos e políticos interagem de maneira dinâmica, exigindo uma abordagem analítica abrangente e interdisciplinar (Murillo et al., 2021; Rygel et al., 2006). Nesse contexto, a utilização de uma análise multicritério se apresenta como uma solução viável, pois permite avaliar simultaneamente diversos critérios relevantes para a vulnerabilidade, garantindo que a tomada de decisão reflita melhor as necessidades e preferências dos gestores.

Este estudo tem potencial para influenciar diretamente a formulação de políticas e a tomada de decisões, uma vez que proporciona uma compreensão das dinâmicas internas (comunidades) e externas (governo ou representantes) que afetam a alocação de recursos em comunidades vulneráveis (Murillo et al., 2021). A integração de critérios de vulnerabilidade no processo de distribuição pode resultar em intervenções mais eficazes e adaptadas às especificidades dessas comunidades, promovendo um desenvolvimento mais justo e inclusivo (Goto et al., 2023).

Adicionalmente, a utilização de ferramentas avançadas, como Rayyan, VOSviewer e Iramuteq, poderá permitir uma síntese mais precisa e detalhada da literatura existente sobre a vulnerabilidade, incluindo a teoria de alocação de recursos em comunidades carentes. A abordagem metodológica utilizada aprimora a qualidade da análise e facilita a identificação de padrões e tendências emergentes na pesquisa, fortalecendo a base científica necessária para fundamentar decisões mais embasadas e eficazes.

Dessa forma, este estudo se diferencia ao propor uma estrutura que considera critérios convencionais (custo e benefícios), mas também integra elementos multidimensionais de vulnerabilidade, respondendo a uma lacuna na literatura e nas práticas de políticas públicas. Assim, ao integrar critérios de vulnerabilidade na alocação de recursos, este estudo busca não apenas contribuir para a literatura acadêmica, mas também oferecer subsídios práticos para a formulação de políticas públicas e estratégias de intervenção que possam gerar impacto social positivo e duradouro.

1.5 Contribuição

Este estudo se destaca por abordar uma lacuna existente tanto na literatura quanto na prática da alocação de recursos. Ao incorporar abordagens multicritério com análises de índices de vulnerabilidade, propõe-se um marco analítico que possibilita a identificação e a priorização de condições de vulnerabilidade de maneira mais precisa. Esse enfoque contribui não apenas para atender necessidades imediatas, mas também para fomentar estratégias de desenvolvimento sustentáveis a longo prazo.

Esta dissertação procura abranger as seguintes contribuições:

- Desenvolvimento de um arcabouço conceitual: Ao identificar e classificar os indicadores de vulnerabilidade presentes em comunidades carentes, este estudo poderá proporcionar uma base teórica mais sólida para sua avaliação, permitindo uma compreensão mais estruturada das dificuldades, necessidades e riscos que podem surgir dadas as condições vulneráveis das comunidades.
- Incorporação do IVC em modelos de decisão multicritério: Embora o uso de MCDA em conjunto com SIG já tenha sido explorado em diferentes contextos, esta dissertação avança ao propor a utilização do IVC como critério de entrada no processo decisório. O SIG desempenhou papel de apoio na espacialização e visualização dos resultados do IVC, permitindo compreender territorialmente os padrões de vulnerabilidade. Dessa forma, o modelo ganha maior precisão e relevância ao considerar, de maneira integrada, as múltiplas dimensões de vulnerabilidade que caracterizam as comunidades carentes.
- Melhor planejamento e alocação de recursos: A estrutura desenvolvida poderá oferecer uma ferramenta útil para governos, organizações não governamentais e outras instituições que trabalham para reduzir desigualdades, como comunidades desfavorecidas, permitindo que

elas distribuam recursos de forma mais equitativa e eficiente, considerando informações e evidências relevantes para sua avaliação.

1.6 Estrutura da pesquisa

Esta pesquisa está estruturada em cinco capítulos, sejam eles:

Capítulo 1: O capítulo apresenta a formulação do problema, os objetivos gerais e específicos, a questão de pesquisa, justificativas e contribuições do estudo. Além disso, aborda o contexto da importância da alocação eficiente de recursos e da consideração de avaliações de vulnerabilidade em comunidades desfavorecidas, destacando lacunas na literatura e a relevância deste trabalho para preenchê-las.

Capítulo 2: Apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre vulnerabilidade em comunidades carentes, onde o sistema de busca será apresentado através da seleção de palavras-chave subdivididas em grupos e, em seguida, dado o número de artigos obtidos preliminarmente, será realizado o protocolo PRISMA para a classificação e aceitação daqueles relacionados a esta qualificação, adicionalmente, foram realizados processos de análise de correlação com o software VOSviewer e análise de conteúdo com o Iramuteq. Após uma leitura aprofundada dos artigos finais selecionados, os autores se aprofundaram na definição de comunidades carentes, definindo os tipos de vulnerabilidade encontrados (social, econômico, ambiental, físico, política, educação, alimentar e de saúde) e os principais índices utilizados em cada uma delas. Posteriormente, foi realizada uma revisão de métodos multicritério de tomada de decisão, com ênfase em suas aplicações na alocação de recursos. Algumas metodologias também foram avaliadas com base nas metodologias encontradas na revisão da literatura, a fim de determinar o impacto de cada uma delas em comunidades carentes, destacando seus pontos fortes e limitações.

Capítulo 3: Descreve a metodologia utilizada na pesquisa, dividida em duas partes distintas. A primeira parte abordará as fontes de dados disponíveis sobre comunidades carentes na população do estudo, priorizando os tipos de vulnerabilidades e índices relacionados à literatura. Com base nas informações obtidas ou fornecidas pelas organizações, serão estabelecidas as características da amostra. Na segunda parte, será apresentada uma proposta de uma estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos por meio da integração de índices de vulnerabilidade. Para tanto, foi estabelecida uma série de etapas, que consistem em: i) Identificação dos índices de vulnerabilidade

representativos e disponíveis para comunidades carentes; ii) Classificação e atribuição de pesos aos índices; iii) Cálculo dos índices de vulnerabilidade; e iv) Visualização os indicadores em ambiente de SIG; Para estas quatro primeiras etapas, é necessário estabelecer os tipos de vulnerabilidade, dimensões e variáveis que estão disponíveis através da coleta de informações, seguidos de procedimentos metodológicos para a atribuição dos pesos de cada tipo e poder realizar o cálculo de vulnerabilidade composta e com essas informações é possível georreferenciar; etapas v) Avaliação dos critérios; vi) Incorporação de um critério de vulnerabilidade na alocação de recursos dentro da análise multicritério para priorizar alternativas.

Capítulo 4: Este capítulo apresenta de forma detalhada os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia descrita no Capítulo 3, estruturados inicialmente por uma análise descritiva da população estudada, contemplando aspectos demográficos, socioeconômicos e ambientais. Em seguida, são apresentados os produtos gerados em cada etapa do processo metodológico, incluindo a construção do IVC, a espacialização dos dados por meio do SIG e a integração desses indicadores no modelo de decisão multicritério baseado no método MAVT, operacionalizado no software VISA. Os resultados são discutidos sob uma perspectiva comparativa, destacando as áreas de maior e menor vulnerabilidade e a priorização territorial resultante da estrutura proposta. Adicionalmente, este capítulo incorpora a análise de sensibilidade, avaliando a robustez dos resultados frente a variações nos pesos atribuídos aos critérios e comparando a priorização obtida com as percepções de tomadores de decisão locais. Essa etapa é fundamental para verificar a estabilidade do modelo e identificar eventuais pontos de atenção que possam influenciar na alocação final dos recursos.

Capítulo 5: Este capítulo interpreta criticamente os resultados apresentados no Capítulo 4, articulando-os com a literatura revisada e com os objetivos da pesquisa. São discutidos os avanços metodológicos da abordagem MCDA, bem como suas implicações para a formulação de políticas públicas mais equitativas e baseadas em evidências territoriais. Analisa-se a relevância da participação de tomadores de decisão e a integração de múltiplas dimensões de vulnerabilidade, comparando a estrutura proposta com abordagens existentes na literatura e destacando suas vantagens e limitações. Além disso, são apresentadas as implicações práticas do estudo e recomendações para futuras pesquisas que desejem aplicar ou aprimorar a estrutura em outros contextos.

Capítulo 6: O último capítulo sintetiza os principais achados da pesquisa à luz dos objetivos propostos, ressaltando as contribuições metodológicas e aplicadas do estudo. Apresenta-se uma reflexão sobre o uso do IVC dentro da MCDA no sentido de aprimorar os processos de alocação de recursos em comunidades vulneráveis. Também são discutidas as limitações encontradas durante o desenvolvimento da pesquisa, como a dependência de dados secundários e desafios na padronização de indicadores, além de sugerir caminhos para futuras investigações, como a ampliação da coleta de dados primários e o aprofundamento da participação comunitária no processo decisório.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são apresentados os conceitos-chave relacionados a este trabalho, como as definições de vulnerabilidade e seus tipos, presentes em populações ou comunidades classificadas ou definidas como carentes, pobres, informais ou marginalizadas na literatura, além dos métodos aplicados à alocação de recursos.

2.1 Análise da literatura sobre “vulnerabilidades em comunidades carentes”

A análise da revisão bibliográfica sobre “vulnerabilidade em comunidades carentes” está dividida em duas partes: a primeira focada em determinar quais palavras utilizar nos mecanismos de busca e a segunda nas análises da base científica sobre o tema.

2.1.1 Determinar as palavras-chave

O processo de identificação de palavras-chave para a pesquisa em bases de dados como Scopus e Web of Science é fundamental para assegurar a relevância e exaustividade na coleta de literatura científica. A seleção de palavras-chave começou com a decomposição do tema de pesquisa, estruturando-se em três grupos de termos interconectados por meio das combinações definidas com operadores booleanos (AND, OR, NEAR/N, W/N) e operadores de truncamento (*), maximizando assim a cobertura da literatura relevante sobre vulnerabilidade em comunidades carentes. A seguir, cada grupo é descrito:

- **Grupo 1:** Este grupo foca no tema principal usando o termo geral “vulnerab*” e o restringindo ao título dos resultados. Isso assegura que cada resultado mantenha o foco direto no conceito central da pesquisa.
- **Grupo 2:** Este grupo abrange uma ampla gama de termos relacionados a indicadores, estratégias, impactos e análises da vulnerabilidade, permitindo cobrir estudos sobre como a vulnerabilidade é medida e estruturada. Para garantir a relação com o tema, utiliza-se ‘NEAR/5’ e “W/5”, que obrigam esses termos a estarem próximos de “vulnerab*” no texto, reforçando o contexto da vulnerabilidade em relação a essas avaliações e fatores.
- **Grupo 3:** No terceiro grupo, foi incluído um conjunto de termos destinados a descrever comunidades em condições de vulnerabilidade. Assim como no segundo grupo, usa-se ‘NEAR/5’ e “W/5” para assegurar que esses conceitos de vulnerabilidade estejam

contextualizados na literatura sobre comunidades carentes, garantindo que os estudos abordem o tema em populações vulneráveis.

Cada grupo foi elaborado para capturar diferentes dimensões dos temas centrais, utilizando operadores de proximidade para garantir que os termos selecionados apareçam em contextos diretamente relacionados entre si. Para ampliar a cobertura dos termos, foram utilizadas ferramentas de referência como o “Thesaurus” (<https://www.thesaurus.com>) e o livro “Oxford Collocation Dictionary of English” (<https://m.freecollocation.com>), permitindo identificar sinônimos e palavras relacionadas a fim de capturar de forma exaustiva e precisa os conceitos-chave de vulnerabilidade e sua relação com comunidades carentes (Apêndice 1).

Como parte do processo, foi seguido um procedimento de verificação para avaliar a eficácia de cada palavra-chave na base de dados. Esse protocolo incluiu:

- 1. Proposição inicial de palavras-chave:** Seleção preliminar dos principais termos, sinônimos e termos relacionados que reflitam as dimensões do estudo.
- 2. Pesquisa piloto no Scopus e Web of Science:** Realizaram-se buscas exploratórias usando as palavras-chave.
- 3. Avaliação dos resultados:** Para cada termo ou combinação, revisou-se se o número de artigos permanecia igual, aumentava ou diminuía, para considerar sua pertinência como palavra-chave. Além disso, realizou-se a leitura dos primeiros 20 artigos dos resultados para verificar se abordavam adequadamente o tema de pesquisa.
- 4. Ajuste dos termos:** Os termos que não trouxeram resultados relevantes foram refinados ou substituídos por sinônimos ou termos alternativos, baseando-se nas sugestões das ferramentas de referência e nos artigos identificados.
- 5. Pesquisa definitiva:** Finalmente, estabeleceu-se a lista definitiva de palavras-chave, integrando aqueles termos e combinações que produziram resultados de alta relevância (Apêndice 2).

Este protocolo permitiu construir uma busca precisa e exaustiva que captura diferentes aspectos do tema de pesquisa, maximizando as possibilidades de identificar literatura relevante (Figura 1). Essa abordagem estruturada e verificada assegura que a busca cubra as principais dimensões da vulnerabilidade em comunidades carentes, maximizando a recuperação de artigos científicos de alto valor para a análise de indicadores e fatores associados.

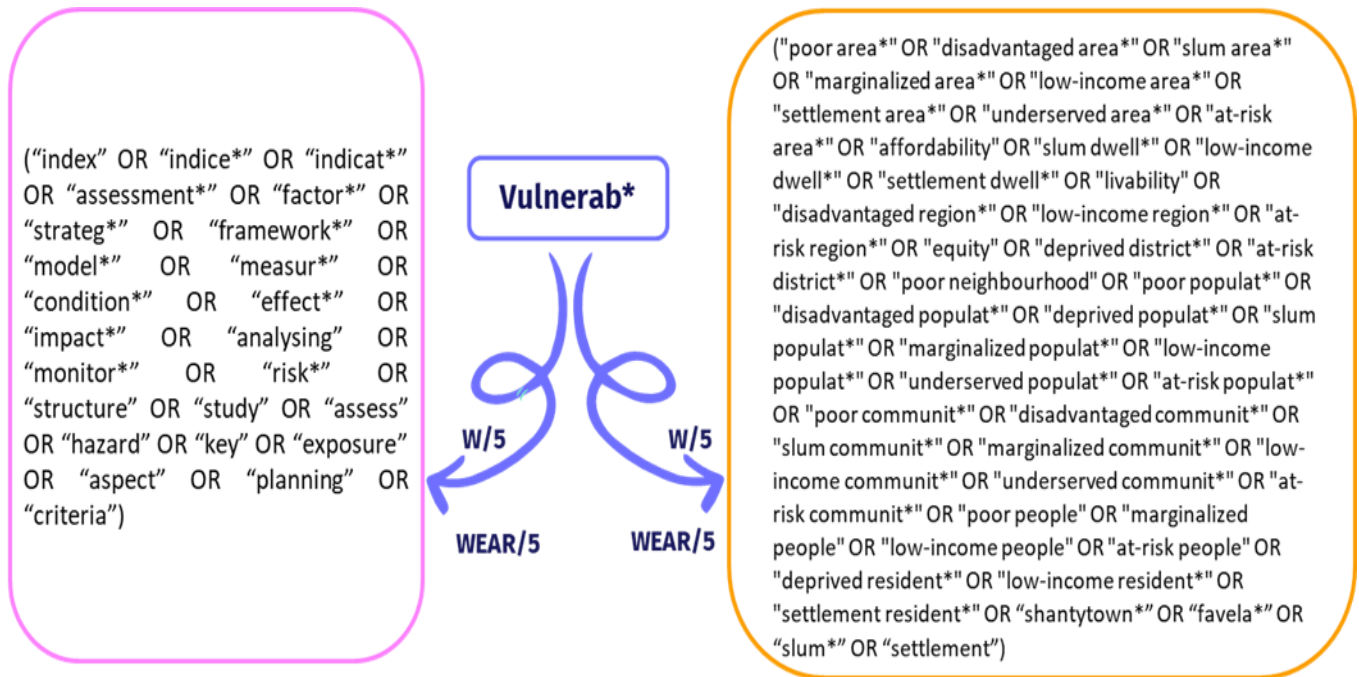


Figura 1. Palavras-chaves.

Fonte: Elaboração própria

2.1.2 Análise da base científica sobre vulnerabilidade em comunidades carentes

Para a preparação e organização dos dados para a análise, foram realizados vários passos que garantiram a integridade e relevância das informações extraídas dos artigos selecionados. O processo seguido está detalhado a seguir:

1. **Protocolo PRISMA:** Por meio da aplicação Rayyan, foram identificados e eliminados artigos duplicados entre as bases de dados Web of Science e Scopus. Isso reduziu a quantidade de artigos a um número manejável, garantindo que cada estudo fosse considerado apenas uma vez. Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para selecionar artigos relevantes; para isso, os títulos e resumos dos artigos foram lidos e avaliados para determinar sua relevância. Nesta etapa, foram excluídos os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão previamente definidos (Rethlefsen et al., 2021).

2. **Análise descritiva:** Realizou-se uma análise estatística descritiva para quantificar e caracterizar a distribuição da literatura. Isso incluiu o cálculo de frequências, porcentagens e outras medidas descritivas. Os artigos selecionados foram categorizados de acordo com vários critérios relevantes para o estudo, como ano de publicação, revistas, áreas geográficas estudadas, tipo de população e abordagens metodológicas predominantes (Turner et al., 2017). Essa categorização permitiu uma organização estruturada dos dados e facilitou análises posteriores.
3. **Visualização de redes bibliométricas:** Com o auxílio do software VOSviewer, foi realizada uma análise de co-ocorrência e visualização de redes bibliométricas. Este software permitiu identificar grupos temáticos e relações entre diferentes obras e autores, facilitando a identificação de padrões e conexões na literatura existente (Maryanti et al., 2023).
4. **Análise de conteúdo:** Utilizou-se o software Iramuteq para realizar uma análise textual do conteúdo dos artigos selecionados. O Iramuteq facilitou a categorização e classificação de temas recorrentes e emergentes na literatura, proporcionando uma compreensão mais profunda das tendências e padrões, representados em grupos (Camargo e Justo, 2018).
5. **Análise de literatura:** Com base na revisão bibliográfica realizada nas etapas anteriores, as informações mais relevantes dos artigos selecionados foram cuidadosamente analisadas, sintetizadas e organizadas. Essas análises permitem facilitar a compreensão dos achados, mas também permitiu identificar padrões, correlações ou lacunas presentes nos estudos revisados, contribuindo para uma análise mais profunda e embasada que sustente as conclusões e direções futuras da pesquisa (seção 2.2).

Este processo sistemático de organização e preparação dos dados possibilitou a realização de uma revisão detalhada da literatura, fornecendo informações valiosas para compreender e analisar as características das comunidades carentes e os tipos de vulnerabilidade que apresentam. Seguem os resultados de cada uma das etapas mencionadas.

2.1.3 Detalhamento do protocolo PRISMA

As fontes de dados utilizadas neste trabalho foram: Web of Science e Scopus através da plataforma CAPES da Universidade Federal de São Carlos. A estrutura que foi utilizada em cada um dos motores de busca mencionados anteriormente mediante.

A seleção das bases de dados é crucial para garantir a abrangência e relevância da pesquisa proposta. Para realizar esta revisão sistemática, foi utilizado o protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Rethlefsen et al., 2021). Foram realizadas buscas nas bases de dados Web of Science e Scopus, resultando em 547 e 919 artigos, respectivamente, totalizando 1466 artigos, esta busca foi realizada em 6 de novembro de 2024. Devido ao volume considerável de artigos, foi utilizada a aplicação web Rayyan para facilitar e agilizar o processo de filtragem (Ouzzani et al., 2016). O Rayyan é uma ferramenta eficiente que permite realizar diversas funções, como encontrar artigos duplicados, ler títulos e resumos rapidamente, classificar artigos por relevância e interesse, e etiquetar artigos para uma melhor organização. Seguindo está enfoque, foi aplicado o protocolo PRISMA, conforme mostrado na Figura 2, para garantir uma revisão sistemática e abrangente da literatura disponível.

Como pode ser observado na Figura 2, foram identificados 491 documentos duplicados durante o processo de busca inicial, resultando em um total de 975 documentos únicos para análise de títulos e resumos. Durante a triagem, esse número foi reduzido para 228 artigos utilizando um sistema de exclusão baseado em critérios gerais, como o tipo de publicação, relevância temática e alinhamento com a população-alvo. Na etapa seguinte de inclusão, foram selecionados 80 artigos significativos através de uma análise de adequação qualitativa mais criteriosa, que considerou fatores como população estudada, a qualidade metodológica dos estudos, e a relevância dos jornais, excluindo aqueles com baixo impacto (<75%) ou percentual limitado de publicações pertinentes ao tema da revisão sistemática.

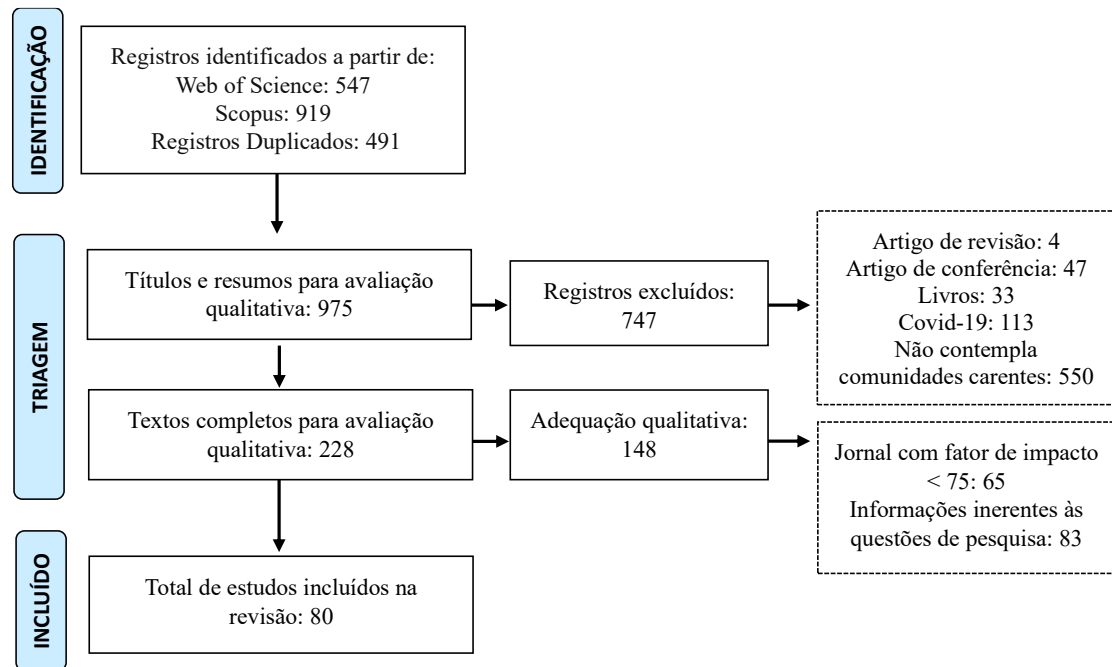


Figura 2. Diagrama de fluxo PRISMA

Fonte: Elaboração própria

2.1.4 Análise descritiva

A seguir, apresenta-se a análise descritiva dos dados coletados, destacando as características e padrões mais relevantes da literatura sobre a avaliação de vulnerabilidade em comunidades carentes (Goto et al., 2023). Esta análise não só fornece uma visão geral do estado atual da pesquisa, como também estabelece as bases para análises posteriores e a formulação de recomendações figura 3. A análise revela uma tendência crescente no número de ocorrências ao longo dos anos, com aumentos notáveis a partir de 2011. Após um pico inicial em 2011 (4 ocorrências), houve flutuações até um segundo pico mais acentuado em 2014 (5 ocorrências). A partir de 2017, observa-se uma elevação constante, culminando em um valor máximo em 2022 (12 ocorrências), seguido por uma leve estabilização em 2023 e 2024 (11 ocorrências). Esses dados indicam um interesse crescente ou intensificação na publicação de artigos relacionados à vulnerabilidade em comunidades carentes, especialmente na última década.

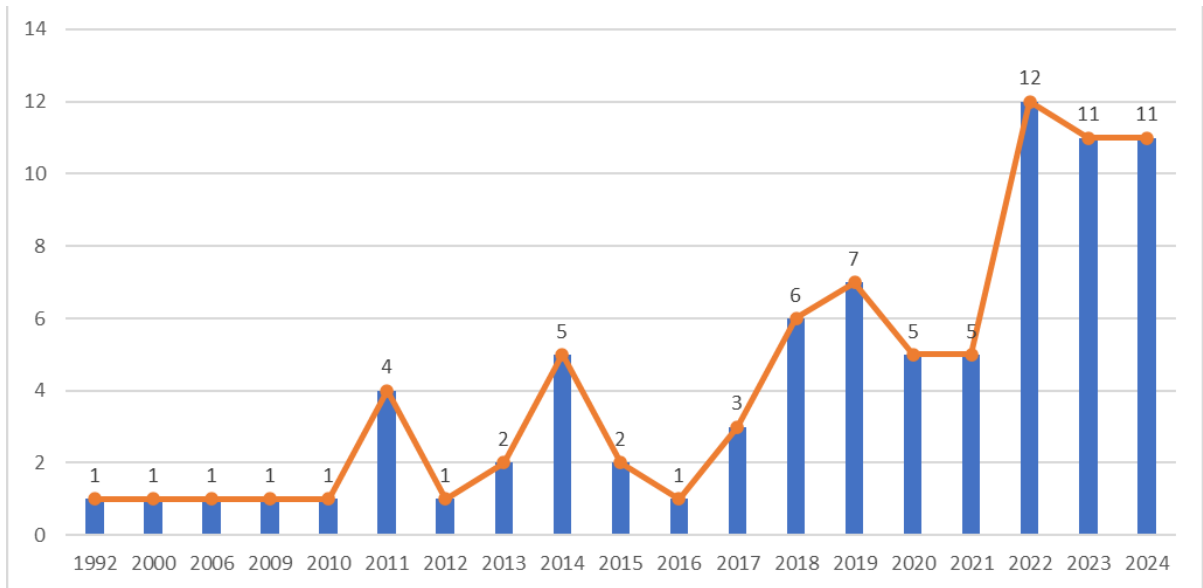


Figura 3. Número de publicações por ano

Fonte: Elaboração própria

A Figura 4 traz informações sobre os periódicos científicos com maior número de publicações sobre o tema, com destaque para *Natural Hazards* (9 artigos), *Sustainability (Switzerland)* (6 artigos) e *International Journal of Disaster Risk Reduction* (5 artigos). A relevância desses periódicos é significativa, pois são multidisciplinares, mas integram aspectos sociais e geográficos específicos, essenciais para abordar o tema central deste trabalho. No entanto, a categoria “Others” reúne a maior parte das publicações (41 artigos), englobando periódicos com apenas uma ou duas contribuições cada, o que evidencia a diversidade de fontes e o interesse disseminado entre diferentes áreas do conhecimento. Cada um dos periódicos considerados possui um percentual de publicação maior ou igual a 75%, indicando que os periódicos atendem aos padrões internacionais de qualidade, impacto e relevância científica.

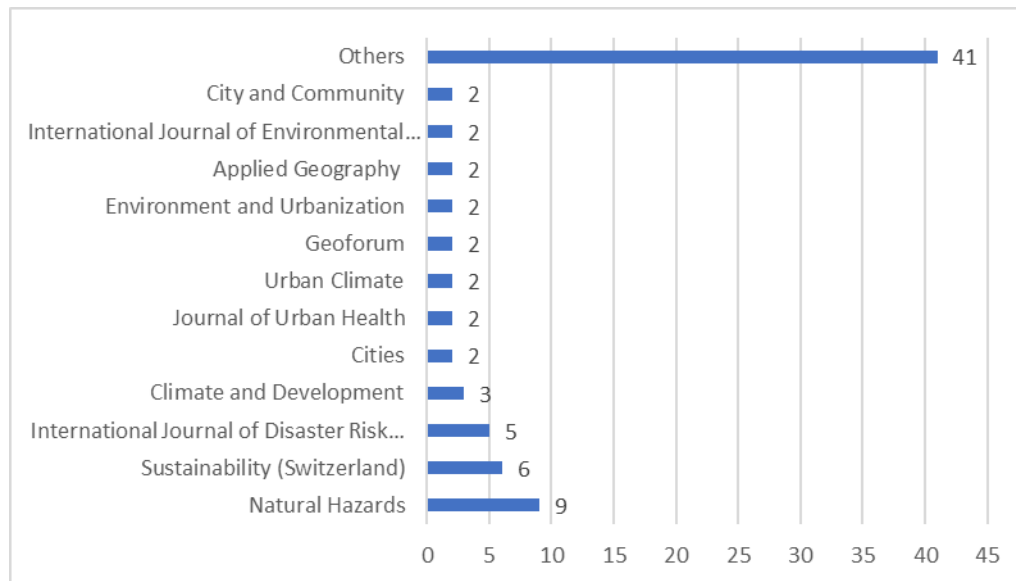


Figura 4. Lista de Jornal da revisão bibliográfica

Fonte: Elaboração própria

2.1.5 Visualização de Redes Bibliométricas

Para identificar tendências na literatura sobre vulnerabilidade em comunidades carentes, o software VOSviewer foi utilizado para dividir a pesquisa sobre este tema em clusters, uma análise de co-ocorrência de palavras-chave foi realizada a partir de pelo menos sete ocorrências, resultando em dois grupos (ver Figura 5). Os grupos são (1) *vulnerability* (verde) (2) *humans* (vermelho).

A relação entre os clusters revela a conexão entre a vulnerabilidade e a população. Esta interdependência sugere que a vulnerabilidade das comunidades, frequentemente agravada por fatores como pobreza, falta de infraestrutura e acesso limitado a serviços básicos, pode ser diretamente influenciada pela situação no moram os habitantes. Portanto, a melhoria das condições de vida das comunidades de forma eficiente e equitativa é crucial para mitigar as vulnerabilidades e promover o desenvolvimento sustentável nessas áreas.

Ao analisar a literatura sobre a vulnerabilidade em comunidades carentes, é possível compreender as interdependências entre diferentes fatores. Este enfoque facilita a identificação da inter-relação dos artigos encontrados em relação às suas palavras-chave, proporcionando informações sobre as lacunas e oportunidades para intervenções mais eficazes. Esta análise é relevante porque permite identificar se as conexões seguem a estrutura geral da busca principal e identificar padrões emergentes na literatura.

texto (ST), com um aproveitamento de 392 STs (77,93%), sendo apropriado para realizar este estudo devido ao fato de que, por definição, deve ser maior que 75% (Camargo e Justo, 2018). O conteúdo analisado foi categorizado em cinco classes, que juntas compreendem 100% dos STs: Na Figura 6, as cinco classes estão dispostas da esquerda para a direita em dois grandes grupos, o que facilita a visualização das relações temáticas entre elas.

No Grupo 1, situado à esquerda, encontra-se apenas a Classe 5 (20,9 %) “Aspectos geográficos e ambientais”, a qual reúne vocabulário associado às características físicas do território e às ameaças naturais. Termos como *zone*, *landslide*, *slope* e *rainfall* indicam que essa classe foca no mapeamento de riscos ambientais (deslizamentos, incêndios, chuvas intensas etc.) neste grupo destaca-se as dificuldades e os obstáculos presentes nas comunidades, dadas as políticas e o papel do governo frente a essas questões, além de como a comunidade tem se centrado na resiliência como mecanismo diante dos desastres naturais.

Já o Grupo 2, posicionado à direita, agrupa as outras quatro classes, organizadas de modo sequencial, da base metodológica até as estratégias de mitigação. Logo após o Grupo 1, inicia-se a Classe 2 (20,1 %) “Mitigação e políticas de risco”, cujo léxico com palavras como *disaster*, *plan*, *preparedness* e *policy*, evidencia o desenvolvimento de planos preventivos, a formulação de políticas públicas e a gestão de recursos voltados para reduzir a vulnerabilidade das comunidades. Em seguida, aparece a Classe 1 (15,8 %) “Vulnerabilidade socioeconômica e climática”, destacando-se termos como *livelihood*, *poor*, *climate* e *extreme*: esta classe descreve como a pobreza, a variabilidade climática e a falta de recursos ampliam a exposição das populações a eventos adversos. Logo depois, de modo intrinsecamente conectado à vulnerabilidade, surge a Classe 3 (16,2 %) “Condições de vida e governança”, na qual palavras como *resident*, *house*, *health* e *governance* indicam preocupações com habitação, saúde pública, situação de vulnerabilidade social (como a falta de moradia) e o papel das instituições locais na resposta a essas necessidades. Por fim, fecha o Grupo 2 a Classe 4 (27 %) “Pesquisa de campo e análise metodológica”, caracterizada pelo vocabulário típico de investigações empíricas (*survey*, *sample*, *interview*, *analysis*, *regression*), ou seja, concentra-se nos procedimentos de coleta de dados, no delineamento de amostras e nas técnicas estatísticas empregadas para avaliar, de forma sistemática, as realidades das comunidades estudadas.

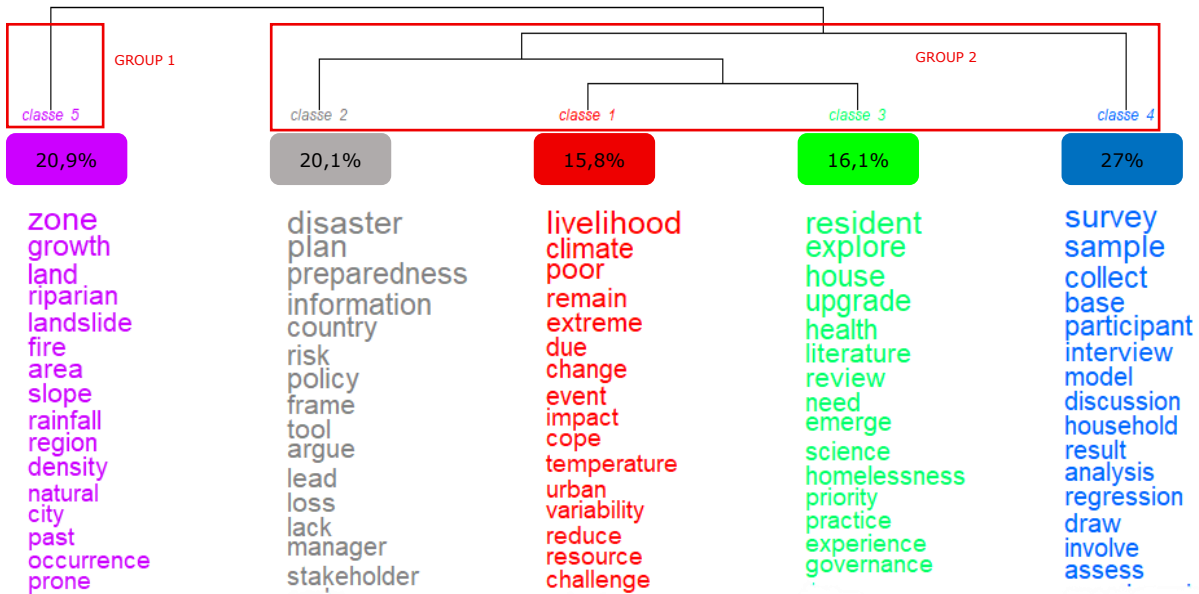


Figura 6. Dendrograma de classificação hierárquica descendente com TS

Fonte: Elaboração própria

Foi realizada uma agrupação das classes, levando em consideração as categorias realizadas no VOSviewer (Figura 5) e as encontradas no Iramuteq (Figura 6), para entender melhor a informação ver a Figura 7. As descobertas da análise de cluster podem ser explicadas mediante o CFA (análise fatorial de correspondência). Os quatro grupos se distribuem segundo dois eixos fatoriais principais: o primeiro eixo (vertical) (28,35% da variância total) pode ser visto como a dimensão populacional versus condições territoriais. Em outras palavras, essa primeira dimensão permitiu compreender se a população é afetada pelas condições territoriais. O segundo eixo (horizontal) (30,82 % da variação total) pode ser interpretado como a dimensão interna versus externa das condições territoriais, ou seja, se a declaração das condições se concentra nas características, eventos ou circunstâncias da população ou se se concentra nas necessidades de partes interessadas externas, como o governo ou as políticas.

recursos visuais, como tabelas e gráficos, que facilitarão a apresentação dos dados e contribuirão para uma análise aprofundada e fundamentada, oferecendo suporte às conclusões e apontando direções futuras para a pesquisa. Esta análise será apresentada nas seções 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5 desta dissertação.

2.2 Comunidades carentes

O conceito de “comunidades carentes” abrange uma variedade de definições que refletem as precárias condições de vida enfrentadas por muitas pessoas. Jankowska et al. (2011, p. 222) descrevem as favelas como “lugares caracterizados por superlotação, marginalização, exposição ambiental prejudicial, pobreza, desvantagem social, insegurança, falta de acesso a comodidades e saúde precária”. De forma semelhante, Hasan et al. (2024, p. 2) destacam que “a maioria desses pobres urbanos vive em condições precárias nos assentamentos de favelas urbanas, onde as pessoas carecem de acesso às necessidades básicas, incluindo saúde, educação, alimentação e moradia adequada, resultando em vulnerabilidade em várias dimensões”.

Essas comunidades, geralmente localizadas em contextos urbanos informais, áreas rurais marginalizadas ou áreas ambientalmente frágeis, são resultado de processos de urbanização desiguais e de exclusão social. Este referencial teórico busca explorar essas definições e estabelecer uma compreensão abrangente dos fatores que caracterizam e afetam essas comunidades, destacando as semelhanças e diferenças entre as abordagens de vários autores.

2.2.1 Características gerais das comunidades carentes

Uma das características mais recorrentes nas definições de comunidades carentes é a precariedade das condições de moradia e infraestrutura. Segundo Adelekan (2010), essas comunidades se distinguem pela alta densidade populacional, moradias precárias e ausência de serviços básicos como drenagem, água potável, energia elétrica e disposição de resíduos sólidos. Da mesma forma, Quesada-Román (2022) destaca que os assentamentos nessas comunidades carecem de serviços básicos, têm moradias precárias e geralmente estão localizados em áreas de alto risco geológico ou hidro meteorológico.

A insegurança da posse da terra é outro elemento comum. Pereira Santos et al. (2022) enfatizam que essas comunidades enfrentam uma combinação de alta vulnerabilidade social e ambiental, devido à sua localização em áreas propensas a inundações recorrentes e à sua

incapacidade de acessar terras mais seguras. No estudo conduzido por Chakraborty e Li (2022), eles descrevem essas comunidades como assentamentos informais (empreendimentos fundiários não autorizados ou ilegais), caracterizados por moradias precárias e falta de acesso à infraestrutura básica.

Em termos sociais e econômicos, as comunidades desfavorecidas são compostas principalmente por grupos de baixa renda que enfrentam barreiras estruturais no acesso a recursos básicos, educação e serviços de saúde (Shonkoff et al., 2011). Isso cria uma camada multidimensional de privação que aumenta sua exposição a riscos, limitando suas capacidades de recuperação e adaptação. Altos níveis de pobreza e exclusão também fomentam dinâmicas de dependência de recursos naturais no caso de comunidades rurais, enquanto em contextos urbanos agravam a informalidade e as desigualdades econômicas (Potnis e Gala, 2020).

As condições de risco também estão associadas à localização geográfica. Segundo Gran Castro e Ramos De Robles (2019), muitas dessas comunidades estão localizadas em encostas de alto risco, caracterizadas por condições de superlotação e falta de serviços básicos.

Em relação às perspectivas dos autores Li et al. (2023) e Wolkin et al. (2015) sobre essas comunidades, embora haja consenso em torno de certos elementos, como a precariedade da moradia e a falta de serviços básicos, há diferenças na ênfase dada a fatores específicos como a precariedade da saúde mental e física. Alguns destacam a exclusão dos sistemas formais de planejamento urbano como a principal causa, enquanto outros ressaltam a relação entre pobreza extrema e alta exposição a riscos ambientais (Yadava e Sinha, 2024). Também destaca como desastres naturais e crises climáticas têm um impacto desproporcional nessas comunidades devido à sua localização e características estruturais (Gran Castro e Ramos De Robles, 2019).

A análise deste arcabouço teórico sobre comunidades carentes representa um conjunto complexo e multidimensional de fatores econômicos, sociais e ambientais (Tripathi et al., 2022). Compreender as diferentes dimensões que os definem e contribuem para sua persistência é essencial para a formulação de políticas públicas inclusivas que promovam sua integração ao setor urbano formal e melhorem suas condições de vida. Estas dimensões ou fatores estão compreendidos nos índices de vulnerabilidade, tema da próxima seção.

2.2.2 Vulnerabilidade em comunidades carentes

A vulnerabilidade em comunidades carentes é um fenômeno multidimensional que surge da interação de diferentes fatores sociais, econômicos e ambientais (Patri et al., 2022). Ela resulta da capacidade limitada dessas comunidades para prevenir, resistir e se recuperar de eventos adversos, como desastres naturais, crises econômicas ou conflitos sociais (Güiza et al., 2017; Li et al., 2023). Nesse contexto, a vulnerabilidade se manifesta de diversas formas, como insegurança alimentar, falta de acesso a serviços básicos, exclusão social e exposição a riscos ambientais. Por isso, compreender os diferentes tipos de vulnerabilidade e suas inter-relações é fundamental para o desenvolvimento de estratégias que promovam o bem-estar e a resiliência nessas populações. A seguir, apresentam-se os diferentes tipos de vulnerabilidade encontrados na literatura sobre comunidades carentes.

2.2.3 Vulnerabilidade Social

A vulnerabilidade social é um conceito que descreve a suscetibilidade de determinados grupos a experimentar efeitos adversos devido a desigualdades estruturais e condições sociais preexistentes (Adelekan, 2010). Essa abordagem enfatiza que as relações humanas, mais do que os aspectos puramente físicos, são fundamentais para compreender a exposição ao risco e a capacidade limitada de resposta em comunidades marginalizadas.

A pobreza, a exclusão social e a desigualdade no acesso a serviços básicos são fatores determinantes na vulnerabilidade social, Quesada-Román (2022) aponta que essas desigualdades se refletem na insegurança e nas carências enfrentadas pelas comunidades mais desfavorecidas. De forma semelhante, Wolkin et al. (2015) destacam como a falta de acesso a serviços essenciais e direitos básicos aumenta a vulnerabilidade desses grupos diante de eventos adversos. Além disso, Parvin et al. (2023) sugerem que elementos como redes sociais e institucionais e a capacidade de autoproteção desempenham um papel crucial na resiliência social.

Outro componente crítico da vulnerabilidade social é a capacidade limitada de antecipação e recuperação diante de eventos adversos, influenciada por fatores como pobreza, isolamento social e condições de saúde pré-existentes (Chen et al., 2022; Haque, 2021). Essa condição também se reflete na desigualdade no acesso a recursos essenciais, como espaços verdes e ventilação adequada, o que aumenta a exposição a riscos específicos, como calor extremo (Wang et al., 2020).

A vulnerabilidade social também é influenciada pela exclusão e marginalização enfrentadas por comunidades em condições precárias. Pereira Santos et al. (2022), explicam que essas condições empurram as pessoas a viver em áreas de alto risco, perpetuando um ciclo de pobreza e exposição. A falta de direitos e reconhecimento formal nos assentamentos informais, como apontam (Amoako e Inkoom, 2018; Fraser, 2017), restringe o acesso à infraestrutura e aos serviços essenciais, aprofundando a exclusão social.

Por fim, a vulnerabilidade social também é caracterizada como um processo relacional e multidimensional que reflete desigualdades estruturais e assimetrias de poder (Güiza et al., 2017; Karuga et al., 2023). Essas desigualdades condicionam a capacidade das comunidades de se adaptarem e responderem aos impactos de riscos climáticos e desastres naturais, perpetuando assim um ciclo de exclusão e fragilidade socioeconômica (Membele et al., 2024; Shoemaker et al., 2020).

No campo da vulnerabilidade social, um dos índices mais amplamente reconhecidos e aplicados é o Social Vulnerability Index (SoVI), desenvolvido por Cutter et al. (2003) como uma ferramenta para mensurar a capacidade de resposta das comunidades frente a ameaças e desastres. O SoVI combina múltiplos indicadores socioeconômicos e demográficos como renda, nível educacional, idade, composição familiar e características habitacionais para gerar uma medida sintética de vulnerabilidade relativa entre diferentes áreas geográficas. Estudos posteriores, como os de Membele et al. (2022) e Tripathi et al. (2022), reforçam a utilidade desse índice na identificação de territórios críticos, destacando que sua estrutura metodológica permite adaptar e incorporar variáveis específicas ao contexto local, ampliando a relevância dos resultados. No entanto, autores como Feizizadeh et al. (2014) alertam que a aplicação do SoVI requer cautela em contextos de países em desenvolvimento, onde a disponibilidade e a qualidade dos dados podem ser limitadas, demandando ajustes metodológicos ou complementação com outras abordagens, como análises multicritério integradas a índices de vulnerabilidade composto.

Considerando todas essas definições, pode-se compreender a vulnerabilidade social em comunidades carentes como uma combinação de fatores estruturais, demográficos e socioeconômicos, resultantes das desigualdades e do manejo das relações sociais. Sua compreensão é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes que fortaleçam a resiliência das comunidades e reduzam sua exposição a riscos e desastres.

2.2.4 Vulnerabilidade Econômica

A vulnerabilidade econômica é definida como a exposição e a sensibilidade de indivíduos, famílias ou comunidades a riscos financeiros que afetam sua capacidade de satisfazer necessidades básicas e de se recuperar de crises econômicas ou desastres (Okaka e Odhiambo, 2019). Esse conceito está intrinsecamente relacionado a fatores como insuficiência de renda, precariedade laboral e falta de acesso a recursos financeiros, os quais limitam a resiliência diante de adversidades (Yadava e Sinha, 2024).

Um aspecto crucial da vulnerabilidade econômica é a renda, pois esta determina a capacidade das famílias de acessar bens e serviços essenciais, como moradia, alimentação e saúde (Chumo et al., 2023a; Kimani-Murage et al., 2014). Famílias com rendas baixas ou instáveis enfrentam maiores dificuldades para planejar e cobrir despesas imprevistas, aumentando sua exposição a choques econômicos. Segundo o Quesada-Román (2022) a falta de acesso a recursos adequados limita significativamente as capacidades de recuperação e adaptação diante de eventos adversos.

A dependência de economias informais ou baseadas em dinheiro é outro fator crítico. Em muitos casos, famílias com rendas baixas gastam uma alta proporção de seus orçamentos em necessidades básicas, como alimentos, por exemplo, estima-se que essas famílias investem até 65% de suas rendas em alimentação, deixando pouco espaço para poupar ou investir em melhorias que aumentem sua resiliência (Chumo et al., 2023b). Essa situação perpetua um ciclo de vulnerabilidade, no qual as famílias não conseguem acumular os recursos necessários para enfrentar crises futuras.

A falta de acesso a serviços financeiros também amplifica a vulnerabilidade econômica. Famílias sem poupança, seguros ou acesso a crédito enfrentam opções limitadas para mitigar os impactos de desastres ou flutuações econômicas (Braun e Abheuer, 2011). De acordo com Braun e Abheuer (2011), a ausência de recursos financeiros e materiais agrava a capacidade de recuperação, especialmente em comunidades marginalizadas ou com pouca representação nos sistemas financeiros formais.

Outro elemento relevante é a precariedade nas condições laborais. A insegurança no trabalho e a dependência de empregos mal remunerados limitam a capacidade das pessoas de gerar

rendas estáveis (Hasan et al., 2024). Isso afeta diretamente sua capacidade de se adaptar a mudanças repentinas, como aumentos no custo de vida ou a perda de emprego. Conforme aponta Haque (2021), a pobreza e a insegurança no trabalho limitam severamente as opções de adaptação e recuperação diante de desastres.

Além disso, a falta de investimentos econômicos em prover serviços públicos agravam a exposição das famílias a riscos. Habitações informais, que frequentemente são mais acessíveis para famílias de baixa renda, muitas vezes carecem de conexões elétricas adequadas ou materiais resistentes, tornando-as mais vulneráveis a eventos extremos, como enchentes ou incêndios (Chantry e Norton, 2019; Lemmertz et al., 2023). Essas condições não apenas refletem desigualdades estruturais, mas também contribuem para a perpetuação de ciclos de pobreza e vulnerabilidade.

Assim, a vulnerabilidade econômica se manifesta na incapacidade das famílias de manter rendas estáveis, acessar serviços financeiros e atender às necessidades básicas de forma sustentável. Esse fenômeno, intimamente ligado à desigualdade socioeconômica, representa um desafio significativo para o desenvolvimento e a resiliência das comunidades mais afetadas.

2.2.5 Vulnerabilidade Ambiental

A vulnerabilidade ambiental é definida como a suscetibilidade dos sistemas biológicos e humanos às mudanças climáticas devido a sensibilidades inerentes e à falta de adaptações (Giri et al., 2021; Pasquini et al., 2020)). Isso inclui tanto condições físicas quanto sociais que aumentam a exposição a riscos naturais, como enchentes e deslizamentos, em comunidades que habitam áreas de alto risco (Pereira Santos et al., 2022). Esse tipo de vulnerabilidade é agravado em contextos urbanos desorganizados, onde a falta de planejamento e de infraestrutura adequada perpetuam os impactos adversos.

Nesse sentido, as desigualdades na preparação e mitigação de riscos climáticos são fatores críticos. Comunidades que carecem de recursos geralmente habitam zonas geográficas vulneráveis, como encostas instáveis ou áreas propensas a enchentes, o que aumenta sua exposição a desastres naturais (Kühnl et al., 2023; Thouret et al., 2024). Essas condições são exacerbadas pelo desmatamento, sistemas de drenagem inadequados e o crescimento urbano descontrolado, que

agravam problemas como inundação, deslizamentos e fluxos de detritos (Bastos Moroz e Thieken, 2024).

A poluição ambiental também é um componente chave da vulnerabilidade nessas comunidades. A exposição a contaminantes, como o chumbo presente em produtos não regulamentados, e a queima de combustíveis sólidos em espaços fechados afetam diretamente a saúde pública e reduzem a capacidade das comunidades de enfrentar riscos ambientais (Weimann e Oni, 2019). Além disso, os assentamentos informais tendem a contribuir para o aumento das temperaturas locais devido ao uso de materiais inadequados na construção, o que agrava o impacto de ondas de calor (Chakraborty e Li, 2022).

Outro fator determinante é a localização em áreas propensas a desastres, como zonas costeiras. Essas áreas geralmente estão expostas a riscos recorrentes, como enchentes urbanas, o que gera uma insegurança constante nos meios de subsistência e dificulta os processos de recuperação após eventos adversos (Mazumder et al., 2022). A falta de medidas de mitigação, combinada com características geográficas como solos erodidos ou encostas íngremes, aumenta a suscetibilidade das comunidades a esses eventos extremos (Membele et al., 2022).

Por fim, a capacidade adaptativa das comunidades depende, em grande medida, de fatores socioeconômicos, como a pobreza e a falta de educação sobre riscos ambientais. A combinação da exposição a perigos naturais, sensibilidades geográficas e baixas capacidades adaptativas cria um ciclo de vulnerabilidade que perpetua as desigualdades em comunidades carentes (Gran Castro e Ramos De Robles, 2019).

2.2.6 Outros tipos de vulnerabilidade

Outros tipos de vulnerabilidade são baseados em condições físicas, políticas e educacionais, além de saúde e alimentação.

- **Vulnerabilidade Física:** A vulnerabilidade física refere-se à exposição das comunidades a riscos devido à qualidade e localização de suas infraestruturas. Os assentamentos informais são especialmente propensos a esses riscos devido ao uso de materiais de construção de baixa qualidade, ao não cumprimento de normas de construção e à configuração irregular de seu desenho urbano (Bastani et al., 2024). No estudo realizado por Bastani et al. (2024),

ele apresentou que as principais razões são baseadas no não cumprimento das normas de construção, localização em terrenos inclinados, redes de comunicação inadequadas, espaços abertos e verdes limitados e instalações urbanas insuficientes. Além disso, a capacidade das infraestruturas de resistir a desastres naturais é um fator determinante, especialmente em áreas de alto risco (Patri et al., 2022). Essas condições exacerbam as vulnerabilidades em contextos de pobreza, onde os recursos limitados impedem a melhoria dos ambientes construídos (Adger, 2006). Considerando que essas comunidades têm alta densidade de pessoas por domicílio, elas se deparam com espaços de moradia reduzidos, o que piora sua situação e gera a busca por mais terras para suas famílias, razão pela qual a expansão sempre ocorrerá dentro de cada uma dessas comunidades em locais desolados pelo poder público (Reydon et al., 2015).

- **Vulnerabilidade política e educacional:** A vulnerabilidade política é profundamente influenciada pela exclusão das comunidades marginalizadas nos processos de tomada de decisão e planejamento, dificultando a implementação de estratégias de mitigação eficazes (Wolkin et al., 2015). Essas dinâmicas são amplificadas pela desconfiança no governo e pela flutuação nas posturas estatais, que alternam entre uma presença opressiva e uma ausência conveniente (Bastani et al., 2024). As comunidades urbanas carentes representam um problema significativo e um desafio em vários aspectos, evidenciando a necessidade urgente de intervenção do Estado para melhorar as condições básicas de vida, razão pela qual recorrem à política para expressar as dificuldades atuais, mas se as promessas ou prazos das obras públicas não forem cumpridos, não há possibilidade de melhoria, daí a importância de haver uma distribuição eficiente dos recursos pelo poder político (Diwakar, 2019). No campo educacional, a falta de alfabetização técnica e digital limita o acesso a tecnologias e recursos que poderiam melhorar a resiliência comunitária (Potnis e Gala, 2020). O conhecimento técnico sobre riscos, em muitos casos, funciona como uma ferramenta de exclusão, aumentando a desigualdade e perpetuando o ciclo de vulnerabilidade (Fraser, 2017). Outras grandes vulnerabilidades físicas enfrentadas por comunidades pobres estão relacionadas à posse da terra, pois geralmente não possuem títulos que certifiquem seus direitos de propriedade sobre as terras que ocupam, mesmo que sejam terras em áreas suscetíveis a deslizamentos e pavimentação precária (Murillo et al., 2021).

- **Vulnerabilidade alimentar e de saúde:** A vulnerabilidade alimentar manifesta-se na incapacidade das famílias de garantir o acesso a alimentos suficientes, seguros e nutritivos. Isso resulta em estratégias negativas, como a redução na quantidade e qualidade das refeições, aumentando os riscos de insegurança alimentar em comunidades marginalizadas (Kimani-Murage et al., 2014). A realização de pesquisas pode fornecer insights sobre a vulnerabilidade dos meios de subsistência dos pobres urbanos, por meio da implementação de estratégias eficazes de adaptação a enchentes urbanas, melhorando a saúde pública, o acesso à água e a segurança alimentar dos moradores de favelas (Akther et al., 2024). Em termos de saúde, as barreiras estruturais, como a falta de acesso a serviços médicos preventivos e contínuos, contribuem para altos níveis de doenças crônicas, problemas de saúde mental e dependências em populações vulneráveis (Shoemaker et al., 2020). A vulnerabilidade em saúde também é moldada por fatores como o estado geral de saúde e a limitada disponibilidade de tratamentos médicos, que agravam o risco e a gravidade das doenças (Mensah et al., 2023).

Uma inter-relação entre vários tipos de vulnerabilidade como social, econômica, ambiental e política, também é evidente. Adger (2006) argumenta que a exclusão prolongada de recursos e direitos agrava os riscos sociais e perpetua a desigualdade. Mutahi et al. (2021) acrescentam que essa exposição afeta desproporcionalmente mulheres e crianças devido às desigualdades nas tarefas domésticas e no desenho das habitações. Bastos Moroz e Thieken (2024) destacam que a desigualdade social restringe o acesso a terras seguras e serviços fundamentais, aumentando a exposição das comunidades pobres. Essa sobreposição de fragilidades também se manifesta na vulnerabilidade socioambiental, onde fatores como degradação ambiental, falta de saneamento e maior exposição a riscos naturais intensificam a precariedade socioeconômica, como apontam Feizizadeh et al. (2014) e Tripathi et al. (2022). Assim, compreender essas interdependências é essencial para formular indicadores compostos que capturem simultaneamente múltiplas dimensões da vulnerabilidade, permitindo intervenções mais direcionadas e eficazes.

2.2.7 Índices de vulnerabilidade

No estudo dos diferentes tipos de vulnerabilidade e dos índices utilizados por diversos autores, foi realizada uma revisão abrangente para compreender não apenas a natureza dessas

vulnerabilidades, mas também a abordagem metodológica empregada na coleta de dados e os objetivos específicos de cada pesquisa. Esse processo permitiu identificar como esses índices fornecem informações cruciais para entender as condições sociais, econômicas e ambientais que afetam as comunidades. Além disso, foi explorado como esses índices refletem dinâmicas complexas, ajudando os pesquisadores a estabelecerem conexões entre as causas subjacentes e as manifestações visíveis dos problemas. Essa abordagem integral facilita a formulação de propostas sólidas e fundamentadas que visam tanto mitigar as causas quanto melhorar as condições de vida das comunidades afetadas.

Na Tabela 1, é apresentada uma compilação dos índices mais relevantes encontrados na literatura, destacando aqueles que têm se mostrado eficazes no diagnóstico e na avaliação dessas situações. Essa tabela busca oferecer uma ferramenta útil para futuros pesquisadores interessados em aprofundar o estudo das vulnerabilidades e contribuir para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e contextualizadas nas comunidades carentes.

Tabela 1. Lista de índices

Índices	
1. Acesso a serviços	24. Índice de vulnerabilidade dos meios de Subsistência (LVI)
2. Atividades econômicas	25. Índice de Vulnerabilidade Econômica (EVI).
3. Capacidades de enfrentamento	26. Índice de Vulnerabilidade Física (IVF)
4. Características da chuva	27. Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)
5. Carbono negro (BC)	28. Índice de vulnerabilidade social e material (IVSM)
6. Coeficiente de Gini	29. Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica e de Saúde (SEHVI-BD)
7. Composição familiar	30. Insegurança alimentar
8. Densidade populacional	31. Nível de educação
9. Deslizamentos de terra	32. Perda de zonas húmidas
10. Dimensões da vulnerabilidade	33. PIB
11. Distribuição geográfica	34. Poluição ambiental

13. Emprego	35. Qualidade da casa
14. Espaços verdes	36. Qualidade do ar
15. Fornecimento de infraestrutura	37. Recursos financeiros
16. Frequência de inundação	38. Redes sociais
17. Índice de bem-estar mental	39. Resiliência
18. Índice de comportamento de fumar	40. Saúde
19. Índice de exposição	41. Segurança
20. Índice de perigo	42. Taxa de mortalidade
21. Índice de risco (geográfico)	43. Taxas de pobreza
22. Índice de Vulnerabilidade Climática (CCVI)	44. Temperatura
23. Índice de Vulnerabilidade Composto (IVC).	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em artigos obtidos na revisão sistemática da literatura.

A Tabela 1 fornece uma visão detalhada sobre os índices, critérios e variáveis analisados em comunidades em situação de vulnerabilidade, considerando as condições específicas e as características particulares que essas enfrentam. Essa lista não apenas facilita a identificação dos elementos-chave que impactam diretamente essas comunidades, mas também serve como uma ferramenta valiosa para detectar outros fatores relacionados que possam estar contribuindo para as dificuldades que elas enfrentam.

Ao sistematizar essas informações, oferece-se um recurso oportuno e fundamentado que permite aos pesquisadores e tomadores de decisão compreender de maneira integral as problemáticas existentes. Além disso, essa análise constitui uma base sólida para justificar e planejar estratégias voltadas à implementação de soluções eficazes e melhorias sustentáveis. Assim, busca-se não apenas atender às necessidades imediatas dessas comunidades, mas também abordar as causas subjacentes que perpetuam sua vulnerabilidade.

Considerando que este estudo se concentrou apenas em três tipos de vulnerabilidade, foi realizada uma classificação detalhada dos dados apresentados na Tabela 1. Para isso, foram atribuídos os indicadores mais representativos a cada tipo de vulnerabilidade, levando em conta que alguns deles estão relacionados a mais de uma categoria, enquanto outros fazem parte de subgrupos dentro dos mesmos indicadores. Além disso, foi incluído o número de artigos nos quais

esses indicadores foram mencionados, acompanhado do percentual que representam em relação a cada tipo de vulnerabilidade.

Essa classificação permite não apenas identificar os índices mais relevantes para cada categoria, mas também analisar a frequência e a profundidade com que são abordados na literatura. Dessa forma, fornece-se uma visão clara sobre o nível de atenção que cada tipo de vulnerabilidade recebe nas pesquisas e sua importância no contexto acadêmico. Os resultados dessa análise estão resumidos na Tabela 2, que oferece uma ferramenta visual para compreender melhor a distribuição e a relevância desses indicadores em função das problemáticas estudadas.

Tabela 2. Tipos de vulnerabilidade e indicadores

Tipo de vulnerabilidade	Indicador	Nº de artigos	%
SOCIAL	Acesso aos serviços	27	33,75%
	Saúde	11	13,75%
	Redes sociais	6	7,50%
	Índice de exposição	5	6,25%
	Composição familiar	4	5,00%
	Segurança	3	3,75%
	Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)	2	2,50%
	Resiliência	2	2,50%
	Índice de vulnerabilidade social e material (IVSM)	1	1,25%
	Total	61	76,25%
ECONOMICO	Qualidade da casa	28	35,00%
	Recursos financeiros	19	23,75%
	Atividades econômicas	3	3,75%
	Emprego	2	2,50%
	PIB	1	1,25%
	Taxas de pobreza	1	1,25%
	Coefficiente de Gini	1	1,25%
	Índice de Vulnerabilidade Econômica (EVI)	1	1,25%
	Total	56	70,00%
AMBIENTAL	Frequência de inundação	10	12,50%
	Índice de Vulnerabilidade Climática (CCVI)	4	5,00%
	Características da chuva	3	3,75%
	Índice de perigo	3	3,75%
	Temperatura	3	3,75%
	Perda de zonas húmidas	1	1,25%
	Poluição ambiental	1	1,25%

Qualidade do ar	1	1,25%
Carbono negro (BC)	1	1,25%
Espaços verdes	1	1,25%
Total	28	35,00%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em artigos obtidos na revisão sistemática da literatura.

Considerando que este estudo se concentrou apenas em três tipos de vulnerabilidade, foi realizada uma classificação dos dados apresentados na Tabela 2. Para isso, foram atribuídos os indicadores mais representativos a cada tipo de vulnerabilidade, levando em conta que alguns deles estão relacionados a mais de uma categoria, enquanto outros fazem parte de subgrupos dentro dos mesmos indicadores. Além disso, foi incluído o número de artigos nos quais esses indicadores foram mencionados, acompanhado do percentual que representam em relação a cada tipo de vulnerabilidade.

Essa classificação permite não apenas identificar os indicadores mais relevantes para cada categoria, mas também analisar a frequência e a profundidade com que são abordados na literatura. Dessa forma, na Figura 8 fornece-se uma visão sobre o nível de atenção que cada tipo de vulnerabilidade e indicadores recebe nas pesquisas e sua importância no contexto de comunidades carentes.

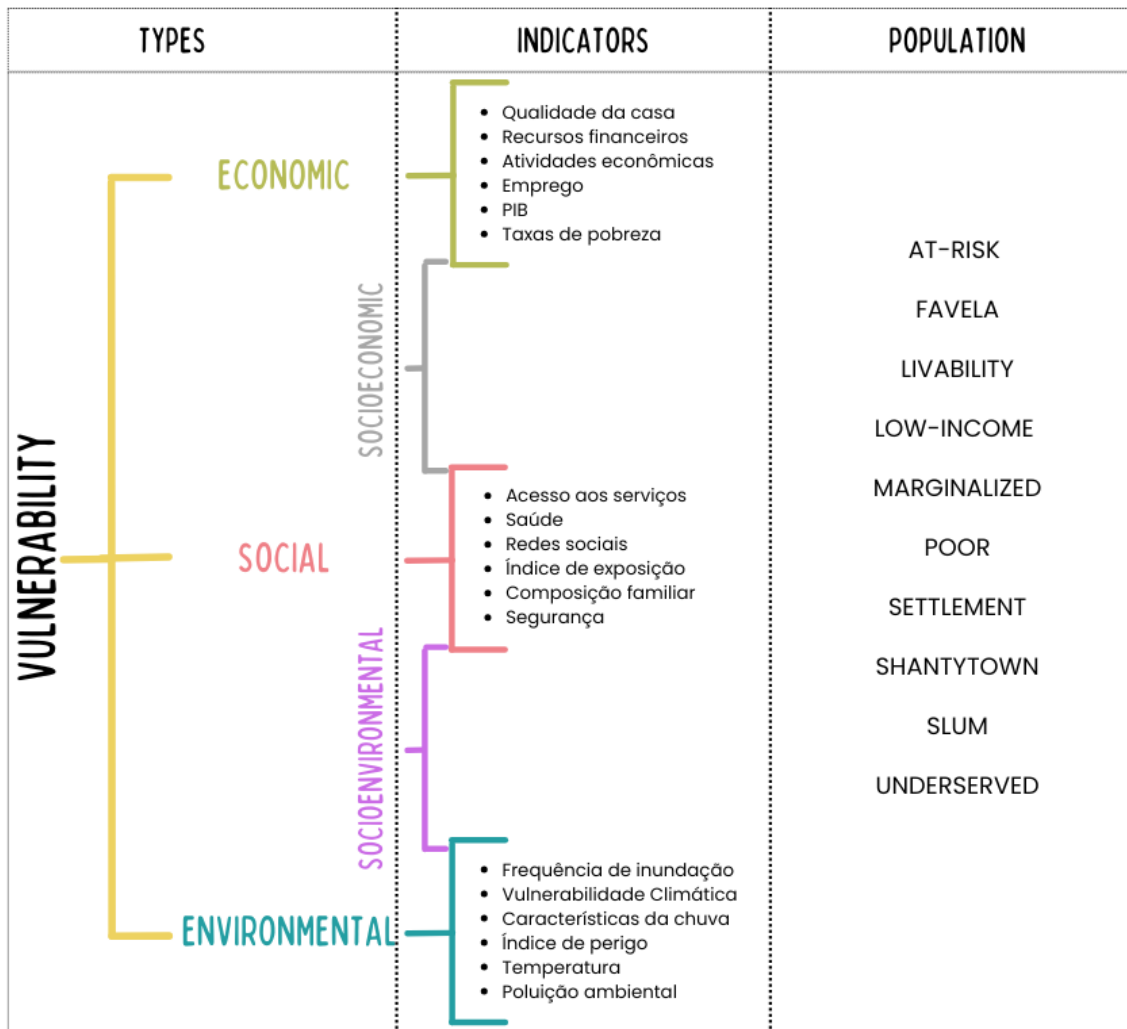


Figura 8. Marco teórico da vulnerabilidade em comunidades desfavorecidas

No Brasil, diversas organizações e grupos desempenham um papel essencial no apoio às comunidades carentes, garantindo assistência social e promovendo a inclusão. Entre essas iniciativas, destaca-se o Centro de Referência de Assistência Social (CRAS), que atua como uma ponte entre o governo e as famílias em situação de vulnerabilidade (CRAS, 2009). O CRAS oferece serviços fundamentais para fortalecer os vínculos familiares e comunitários, além de garantir acesso a direitos básicos.

Além do CRAS, muitas organizações não governamentais (ONG) e coletivos independentes trabalham em áreas de extrema necessidade, fornecendo suporte alimentar, educacional e psicológico. Projetos como os Bancos de Alimentos e iniciativas comunitárias de distribuição de refeições são essenciais para combater a insegurança alimentar. Já programas voltados para a

capacitação profissional buscam inserir jovens e adultos no mercado de trabalho, promovendo autonomia financeira. A assistência também se estende à educação e ao desenvolvimento infantil, com organizações focadas em oferecer atividades culturais, esportivas e reforço escolar para crianças e adolescentes. Essas ações não apenas garantem um futuro mais promissor para os jovens, mas também reduzem os índices de evasão escolar e envolvimento com a criminalidade. Outro aspecto fundamental do apoio comunitário é a atenção às pessoas idosas e com deficiência, garantindo atendimento especializado, inclusão social e acesso a benefícios governamentais. Iniciativas como grupos de convivência e centros de atendimento são fundamentais para melhorar a qualidade de vida dessa parcela da população.

A atuação dessas entidades e grupos é crucial para minimizar as desigualdades sociais no Brasil, oferecendo suporte direto às famílias mais vulneráveis. Com a colaboração entre governo, sociedade civil e setor privado, é possível ampliar o alcance dessas iniciativas e transformar a realidade de milhares de brasileiros que enfrentam dificuldades diárias para acessar direitos básicos.

2.3 Alocação de recursos

A alocação de recursos constitui um componente fundamental na tomada de decisões organizacionais, especialmente em contextos de incerteza e restrições orçamentárias. Este referencial teórico revisa as principais estratégias e abordagens desenvolvidas na literatura para otimizar a distribuição de recursos.

De maneira geral, a alocação de recursos é definida como um processo de tomada de decisões orientado para maximizar o valor ou a eficiência no uso de recursos disponíveis, que são sempre limitados. Segundo Liesiö et al. (2020), esse processo pode envolver múltiplos objetivos e restrições, como custos, benefícios e outras métricas relevantes, exigindo o uso de abordagens estruturadas e flexíveis.

A alocação de recursos é um dos pilares fundamentais da economia e da administração, pois determina como os recursos limitados são distribuídos para atender a diversas demandas e maximizar o bem-estar social, de tal forma que as responsabilidades dos governos de alocar recursos de forma mais eficiente, como fornecer melhores serviços às empresas e moradores locais,

melhorar a eficiência administrativa e reduzir barreiras administrativas desnecessárias (Cai e Wei, 2025; Liu, 2024). Esse processo não envolve apenas a aplicação de modelos matemáticos e teóricos para alcançar eficiência técnica, mas também envolve considerações de equidade, justiça social e sustentabilidade a longo prazo (Lin e Lu, 2024). Em um ambiente caracterizado por constantes mudanças, incertezas e avanços tecnológicos, a alocação de recursos se torna uma tarefa complexa que requer a integração de diversas abordagens analíticas e metodológicas (Jiang e Li, 2024; Karimi et al., 2024).

A integração de novas tecnologias e sistemas de informação também revolucionou a maneira como a alocação de recursos é abordada. Plataformas digitais e análises econômicas permitem o monitoramento em tempo real do consumo e distribuição de recursos, fornecendo aos tomadores de decisão ferramentas precisas para ajustar estratégias e responder rapidamente a mudanças na demanda ou nas condições ambientais (Jiang e Li, 2024; Ling et al., 2024). Essa adaptabilidade é especialmente relevante em setores críticos como saúde, educação, infraestrutura e meio ambiente, onde uma alocação eficiente pode fazer a diferença na resposta a crises e na promoção do desenvolvimento sustentável (Cai e Wei, 2025).

Além disso, a alocação de recursos é enriquecida pela incorporação de análises multicritério e critérios de avaliação de custo-benefício, que permitem ponderar vários aspectos, desde o impacto econômico direto até os efeitos sociais e ambientais, para selecionar as alternativas que geram o maior valor agregado, como o estudo realizado por Karimi et al. (2024) que destaca os benefícios potenciais da integração de considerações econômicas e sociais no planejamento de recursos hídricos para alcançar uma alocação de água sustentável e equitativa. Essa abordagem holística promove uma distribuição que não apenas otimiza a lucratividade, mas também promove a equidade e a resiliência nas comunidades, garantindo que os recursos sejam investidos de maneira transparente e justificada (Liu, 2024). Em contextos em que os orçamentos são limitados, essa capacidade de priorização torna-se essencial para maximizar o impacto de cada investimento e reduzir desequilíbrios entre diferentes regiões ou setores.

Pesquisas atuais destacam a importância de projetar estruturas analíticas robustas que integrem a dinâmica do mercado, as políticas públicas e as realidades socioeconômicas. Essas estruturas permitem não apenas diagnosticar ineficiências existentes, mas também propor soluções inovadoras que respondam aos desafios contemporâneos (Jiang e Li, 2024; Ling et al., 2024). A

evolução contínua dos métodos analíticos e a incorporação de tecnologias avançadas prometem melhorar significativamente a capacidade de gerenciar recursos de forma otimizada, contribuindo para o desenvolvimento integral e melhorando a qualidade de vida em um mundo em constante mudança.

Em contextos complexos, como a gestão de recursos no setor de saúde ou infraestrutura, as decisões não devem se basear apenas em indicadores financeiros objetivos, mas também em fatores sociais, éticos e políticos (Oliveira et al., 2019). Entre as principais abordagens para a alocação de recursos destacam-se:

- **Análise multicritério:** Permite avaliar alternativas com base em múltiplos critérios, incluindo benefícios, custos e riscos (Lienert et al., 2016).
- **Modelos de portfólio:** Otimizam a combinação de projetos alinhados com objetivos organizacionais, maximizando o desempenho geral (Mohagheghi et al., 2019).
- **Análise de custo-benefício:** Avalia a viabilidade econômica e o impacto social de decisões em contextos específicos (Van Coile et al., 2023).

2.3.1 Análise de Decisão Multicritério

A análise de decisão multicritério (MCDA) é uma estrutura metodológica amplamente utilizada na alocação de recursos. Permite que os tomadores de decisão avaliem alternativas considerando diversos critérios frequentemente conflitantes, como custos, benefícios sociais, eficiência e equidade. Sua principal força reside na integração de dados quantitativos e qualitativos dentro de uma estrutura sistemática e transparente (Oliveira et al., 2019), permitindo a avaliação holística e estruturada de alternativas, o que é particularmente útil em contextos onde os aspectos econômicos, ambientais, sociais e técnicos devem ser equilibrados (Başkent e Balci, 2024).

O método MCDA consolidou-se como uma ferramenta metodológica essencial para abordar problemas complexos em que a tomada de decisão envolve múltiplas dimensões (Bana E Costa, 2001). O MCDA facilita a decomposição de um problema em seus componentes críticos e permite que pesos sejam atribuídos a cada critério de acordo com sua relevância relativa. Isso é alcançado por meio de técnicas como análise de hierarquia (AHP), método TOPSIS ou atribuição de peso,

que ajudam a transformar informações diversas e muitas vezes conflitantes em uma estrutura para apoiar a comparação coerente (Kılıc et al., 2023). Dessa forma, o processo de tomada de decisão se torna mais transparente e participativo, pois os diversos stakeholders são envolvidos na identificação e priorização de critérios, o que contribui para a legitimidade e robustez da decisão final.

A aplicabilidade do MCDA é evidente em múltiplos setores. Na gestão de recursos hídricos, por exemplo, Suênio Anderson et al. (2021) usaram essa abordagem para avaliar estratégias de alocação de água em condições de escassez, integrando indicadores econômicos, ambientais e sociais para desenvolver soluções que respondam à complexidade do ambiente. No campo da infraestrutura, Yuan et al. (2023) e Dell'Ovo et al. (2018) demonstraram que incorporar critérios de sustentabilidade e eficiência na avaliação de projetos não apenas otimiza recursos, mas também reduz impactos ambientais e melhora a qualidade de vida das comunidades. Da mesma forma, no setor de energia Islam et al. (2024) e Shi et al. (2024) aplicaram o MCDA para priorizar projetos de energia renovável, como usinas solares, permitindo-lhes identificar alternativas que maximizam os benefícios ambientais e sociais, o que é crucial na transição para modelos de energia mais sustentáveis.

Além disso, a integração de tecnologias avançadas e SIG nos processos do MCDA aprimorou suas capacidades analíticas. A incorporação de dados espaciais e temporais permite avaliações dinâmicas que são atualizadas em tempo real, fornecendo aos tomadores de decisão informações precisas sobre o comportamento de variáveis críticas em diferentes cenários (Dell'Ovo et al., 2018; Shi et al., 2024). Essa evolução tecnológica não apenas melhora a qualidade da análise, mas também facilita a identificação de oportunidades e riscos emergentes em ambientes complexos e em constante mudança.

Entre os métodos de MCDA aplicados à alocação de recursos, a MAVT destaca-se como uma abordagem particularmente adequada para problemas que envolvem múltiplas dimensões de avaliação e a necessidade de transparência na priorização de alternativas. Segundo Belton e Stewart (2012a) a MAVT baseia-se na construção de uma função de valor aditiva, em que cada alternativa é avaliada a partir da soma ponderada de seus desempenhos nos diferentes critérios. Nessa estrutura, pesos relativos são atribuídos a cada atributo de acordo com as preferências dos tomadores de decisão, permitindo explicitar os trade-offs entre critérios e favorecendo tanto a

compreensão quanto a legitimidade do processo decisório. De Faria et al. (2019a) ressaltam que o MAVT, ao utilizar funções de valor para cada atributo, possibilita integrar de forma consistente tanto variáveis quantitativas quanto qualitativas, oferecendo um quadro analítico flexível para incorporar aspectos econômicos, sociais e ambientais na mesma estrutura. Além disso, sua aplicabilidade em conjunto com sistemas de informação geográfica tem se mostrado eficaz para espacializar a análise de vulnerabilidades e identificar áreas prioritárias de intervenção, como observado em estudos recentes que combinam índices compostos com preferências elicitadas de especialistas (Pergher e De Almeida, 2018; Zheng e Lienert, 2018). Outra vantagem do MAVT é a possibilidade de realizar análises de sensibilidade, avaliando a robustez das decisões frente a incertezas nos pesos ou nos valores atribuídos, um aspecto essencial em contextos de alta complexidade e dados limitados, como os encontrados em comunidades carentes. Assim, o uso do MAVT em processos de alocação de recursos não apenas aumenta a consistência técnica das decisões, mas também promove maior equidade e eficiência, assegurando que os recursos sejam direcionados para onde terão maior impacto positivo.

Apesar de suas vantagens, o uso do MCDA também enfrenta desafios significativos. A atribuição de pesos a diferentes critérios pode introduzir subjetividade, uma vez que os julgamentos de valor variam entre especialistas e partes interessadas (Bana E Costa, 2001). Portanto, é essencial aplicar métodos de validação e análise de sensibilidade para avaliar a estabilidade das soluções diante de variações nas premissas iniciais. Da mesma forma, a qualidade e a disponibilidade de dados adequados são cruciais para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos.

2.3.2 Análise de Portfólio

A Análise de Portfólio ou carteira (PDA) se consolidou como uma ferramenta estratégica fundamental para avaliação, priorização e seleção de projetos ou investimentos, permitindo que as organizações alinhem seus recursos e esforços com seus objetivos estratégicos e capacidades operacionais (Montibeller et al., 2009). Essa metodologia se baseia na integração de critérios quantitativos e qualitativos, o que permite a construção de uma visão holística do portfólio de iniciativas e facilita a comparação entre alternativas em termos de lucratividade, risco e contribuição para o valor estratégico geral (Bai e Liesch, 2022; Blier-Wong et al., 2025).

O PDA evoluiu teoricamente incorporando técnicas avançadas de otimização, algoritmos de simulação e métodos de análise multicritério. Essas ferramentas permitem a geração de cenários

futuros e a avaliação da sensibilidade do portfólio às mudanças no ambiente, aspectos críticos em contextos de alta incerteza e dinamismo (Wang et al., 2007). A aplicação de modelos de otimização, por exemplo, ajuda a maximizar o retorno esperado do investimento, ao mesmo tempo em que gerencia adequadamente os riscos inerentes a cada projeto.

Outro aspecto relevante é a integração de técnicas multicritério, que permitem ponderar fatores além dos financeiros, como impacto social, ambiental e estratégico (Hua et al., 2015). Essa capacidade de incorporar múltiplas dimensões de valor é essencial ao considerar objetivos que às vezes podem competir entre si, como maximizar lucros econômicos versus sustentabilidade ambiental ou responsabilidade social corporativa (Hua et al., 2015; Lahtinen et al., 2017). Assim, o PDA torna-se uma ferramenta que não só mede a viabilidade dos projetos em termos estritamente financeiros, mas também avalia a sua contribuição para o posicionamento competitivo e a criação de valor a longo prazo.

A implementação da análise de portfólio se espalhou para os setores público e privado. No ambiente empresarial, esta abordagem permite a gestão de carteiras de projetos de investimento, otimizando a utilização de recursos financeiros, tecnológicos e humanos, e promovendo a inovação e o crescimento (Wang et al., 2007). Por outro lado, no setor público, o PDA facilita a alocação eficiente e equitativa de recursos, contribuindo para a formulação de políticas que maximizem o impacto social e econômico dos investimentos públicos, como na saúde (Yang et al., 2022). Transparência e responsabilização são outros benefícios derivados dessa metodologia, pois ela fornece uma estrutura para justificar decisões de investimento para órgãos reguladores e diversas partes interessadas.

Além disso, a integração de sistemas de informação gerencial e análise de dados no processo de PDA permite o monitoramento contínuo do desempenho do portfólio. Esse monitoramento dinâmico permite ajustes em tempo real, garantindo que a estratégia de investimento permaneça alinhada às mudanças nas condições de mercado e às prioridades institucionais (Bai e Liesch, 2022). Nesse sentido, a capacidade do PDA de se adaptar e evoluir diante de novos desafios e oportunidades é um dos seus maiores pontos fortes, tornando-o uma ferramenta indispensável para a tomada de decisões em ambientes complexos e competitivos.

Desta forma o PDA é uma abordagem estruturada que permite priorizar, avaliar e selecionar um conjunto de projetos ou investimentos com base no seu desempenho em critérios-chave. Seu

principal objetivo é garantir uma alocação eficiente dos recursos disponíveis, maximizando o impacto geral do portfólio enquanto minimiza os riscos associados (Montibeller et al., 2009). O PDA segue uma estrutura em dois níveis:

1. **Agrupamento em áreas:** As opções de projetos são divididas em áreas organizacionais, como departamentos ou regiões.
2. **Avaliação multicritério:** Utiliza-se uma função de valor ponderada para calcular o benefício total de cada opção.

Mohagheghi et al. (2019) ressalta que o PDA permite integrar modelos de incerteza, como conjuntos difusos (*fuzzy sets*) e programação estocástica, para lidar com a falta de informações ou dados imprecisos. Sua aplicabilidade abrange setores como planejamento estratégico, saúde e meio ambiente.

2.3.3 Análise de Custo-Benefício

A análise de custo-benefício (CBA) é uma ferramenta fundamental na avaliação de projetos e políticas públicas, pois permite determinar a viabilidade e a rentabilidade social de uma intervenção por meio da comparação sistemática de seus custos e benefícios (Boardman et al., 2020). Seu principal objetivo é transformar em unidades monetárias tanto os efeitos positivos quanto os negativos que uma ação gera, abrangendo aspectos diretos e indiretos, tangíveis e intangíveis (Boardman et al., 2022; Turner, 1979). Essa abordagem quantitativa facilita comparações entre diversas alternativas, oferecendo um critério objetivo que apoia a tomada de decisões em contextos onde os recursos são limitados e a alocação eficiente é crucial.

A metodologia CBA começa com a identificação exaustiva de todos os fluxos de custos e benefícios associados a um projeto (Volden, 2019). Isso envolve considerar não apenas os desembolsos financeiros diretos, como investimentos iniciais, custos operacionais e de manutenção, mas também os impactos indiretos que podem se manifestar em médio ou longo prazo, como melhorias na qualidade de vida, reduções de externalidades negativas ou efeitos multiplicadores na economia local.

Um dos aspectos mais relevantes da CBA é sua capacidade de incorporar a análise de incertezas e riscos inerentes à estimativa de custos e benefícios futuros (Merisalu et al., 2023). Em contextos onde o comportamento de variáveis econômicas, tecnológicas ou ambientais é difícil de

prever, o uso de ferramentas e análises de sensibilidade permite explorar diversos cenários. Isso permite avaliar como os resultados variam sob diferentes suposições, fornecendo aos tomadores de decisão uma visão mais robusta e flexível que lhes permite antecipar possíveis desvios e ajustar estratégias adequadamente.

A aplicação da análise de custo-benefício se estende a vários setores. Na área de infraestrutura, por exemplo, essa abordagem é usada para determinar se a construção de novas estradas, pontes ou sistemas de transporte público gerará benefícios econômicos suficientes para justificar o investimento, considerando fatores como redução do tempo de deslocamento, aumento da produtividade e estímulo ao desenvolvimento regional (Liang e Wey, 2013). No setor da saúde, a CBA é usada para avaliar intervenções médicas e programas de saúde pública, analisando se os benefícios em termos de vidas salvas, melhoria da qualidade de vida e redução de custos a longo prazo superam os gastos iniciais e recorrentes (Culyer e Chalkidou, 2019). Da mesma forma, no campo ambiental, é utilizado para avaliar projetos de conservação e mitigação da poluição, integrando o valor econômico dos ecossistemas e serviços ambientais, aspectos raramente abordados por serem difíceis de quantificar (Wong et al., 2020).

Outro aspecto importante do CBA é seu papel na priorização de investimentos quando os recursos financeiros disponíveis são insuficientes para financiar todas as iniciativas propostas (Lee, 2005). Nesses casos, a análise de custo-benefício se torna uma ferramenta de alocação que permite classificar os projetos com base em sua lucratividade social, facilitando a identificação daquelas intervenções que geram maior valor líquido para as empresas. Essa abordagem é particularmente relevante em contextos de políticas públicas, onde a transparência e o uso eficiente de recursos são critérios essenciais para a concepção de estratégias de desenvolvimento sustentáveis e inclusivas (Volden, 2019).

Desta forma, a Análise de Custo-Benefício é uma ferramenta econômica que permite avaliar a viabilidade de projetos comparando sistematicamente seus custos e benefícios. Originada na teoria microeconômica, a CBA é amplamente utilizada em áreas como infraestrutura, políticas públicas e desenvolvimento social (Boardman et al., 2022).

O CBA enfrenta limitações ao lidar com impactos intangíveis ou difíceis de monetizar, como valores culturais ou resiliência comunitária. Vessey (1994) sugere o uso de metodologias híbridas para incluir fatores sociais que de outra forma seriam excluídos da análise.

Considerando todos os métodos mencionados anteriormente sobre alocação de recursos, foi elaborado um quadro comparativo que destaca o objetivo principal, as características, vantagens, limitações e aplicações comuns de cada um. O propósito dessa comparação é identificar suas diferenças e facilitar a escolha da abordagem mais adequada de acordo com o tipo de problema a ser resolvido (Tabela 3).

O MCDA permite equilibrar critérios sociais, econômicos e ambientais para maximizar benefícios e promover a equidade. Segundo Liesiö et al. (2020) a incorporação de critérios relacionados à vulnerabilidade garante que as decisões sejam legítimas e aceitas pela comunidade afetada.

Por outro lado, o PDA é relevante ao permitir a integração de fatores como equidade e necessidades específicas de comunidades desfavorecidas. Mohagheghi et al. (2019) aponta que essa abordagem ajuda a priorizar projetos não apenas pelo retorno econômico, mas também por sua contribuição para a redução de desigualdades.

Finalmente, a CBA oferece uma visão quantitativa, embora enfrente dificuldades para considerar aspectos sociais intangíveis. Sua aplicação em comunidades carentes deve ser complementada com ponderações sociais para garantir uma alocação de recursos equitativa (Vessey, 1994).

Tabela 3. Abordagens para alocação de recursos

Método	Objetivo principal	Principais características	Vantagens	Limitações	Referência
Análise de Custo-Benefício (CBA)	Avalia a viabilidade econômica de um projeto ou decisão.	Converte custos e benefícios em termos monetários.	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil de interpretar (relação custo-benefício). - Baseado em métricas quantitativas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em quantificar valores intangíveis (por exemplo, impactos sociais ou ambientais). - Subjetividade na estimativa. 	(Boardman et al., 2022; Van Coile et al., 2023; Vessey, 1994)
Análise de Portfólio (PDA)	Seleciona e prioriza projetos ou investimentos dentro de um conjunto.	Avalia critérios como risco, retorno e alinhamento estratégico.	<ul style="list-style-type: none"> - Permite gerenciar recursos entre diferentes opções. - Identifica o equilíbrio entre risco e retorno. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer dados precisos sobre riscos e benefícios. - Pode não considerar fatores qualitativos. 	(Liesiö et al., 2020; Mohagheghi et al., 2019; Montibeller et al., 2009)
Análise de Decisão Multicritério (MCDA)	Toma decisões considerando múltiplos critérios quantitativos e qualitativos.	Usa pesos para comparar opções com base em vários objetivos.	<ul style="list-style-type: none"> - Integra fatores econômicos, sociais e ambientais. - Flexível para se adaptar a diferentes contextos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Subjetividade na ponderação de critérios. - Complexidade em problemas com muitos critérios ou alternativas. 	(Bana E Costa, 2001; Franco e Montibeller, 2010; Lienert et al., 2016; Oliveira et al., 2019)

Fonte: Elaboração própria

2.4 Alocação de recursos em comunidades carentes

A alocação de recursos em comunidades carentes enfrenta desafios específicos decorrentes de desigualdades espaciais e socioeconômicas que dificultam o acesso equitativo a serviços essenciais (Chi et al., 2019; Rozier et al., 2019). Tais comunidades costumam ser excluídas dos processos de planejamento e tomada de decisão, o que perpetua a falta de investimentos em infraestrutura, educação, saúde e segurança alimentar. Pongeluppe (2022) argumenta que estratégias empresariais podem desempenhar um papel crucial tanto para mitigar quanto para perpetuar essas desigualdades, por meio de decisões como a aplicação de preços diferenciados ou a criação de ativos complementares que beneficiem as populações mais vulneráveis.

Nesse contexto, a formulação de políticas públicas voltadas para a equidade na alocação de recursos é fundamental para melhorar as condições de vida em comunidades desfavorecidas. A literatura destaca que o investimento em saúde pública é uma área prioritária, uma vez que as populações marginalizadas costumam enfrentar uma carga maior de doenças e têm menor acesso a serviços de atenção médica. Rozier et al. (2019) enfatizam que os hospitais sem fins lucrativos e organizações comunitárias desempenham um papel crucial na distribuição de recursos destinados à saúde da comunidade, garantindo a sustentabilidade a longo prazo desses investimentos. Uma gestão eficiente nesse setor não depende apenas de financiamento adequado, mas também de mecanismos de supervisão e avaliação que assegurem o impacto positivo dos programas de saúde para os beneficiários.

De forma semelhante, a equidade na distribuição de recursos educacionais é essencial para romper o ciclo da pobreza. Conforme apontado pelo estudo de Cai e Wei (2025), a implementação de estratégias baseadas em supervisão, cooperação, comunicação e orientação possibilita a criação de um mecanismo dinâmico que garanta a distribuição justa dos recursos educacionais. Esse enfoque é vital para reduzir a disparidade na qualidade da educação entre diferentes regiões e grupos socioeconômicos, assegurando que estudantes de comunidades marginalizadas tenham acesso a oportunidades de aprendizado comparáveis às de seus pares em setores mais favorecidos.

A equidade na alocação de recursos não apenas reflete um princípio de justiça social, mas também se configura como um mecanismo indispensável para a redução das desigualdades e a promoção de oportunidades de desenvolvimento. Aubert et al. (2020) e Chi et al. (2019) sustentam

que processos participativos podem aumentar a eficiência das decisões, melhorar a rentabilidade e garantir uma distribuição mais equitativa dos recursos. Nesse sentido, a participação comunitária fortalece a ação coletiva, fomenta o aprendizado social e aprimora a capacidade de adaptação frente a crises econômicas e ambientais. Contudo, para que essa participação seja efetiva, os métodos formais de tomada de decisão precisam ser adaptados para envolver um número amplo de pessoas em processos deliberativos e inclusivos (Aubert et al., 2020).

A resiliência a desastres naturais, especialmente inundações, é um aspecto crítico no planejamento e alocação de recursos para comunidades vulneráveis. Muitas comunidades desfavorecidas estão localizadas em áreas propensas a inundações, o que agrava sua vulnerabilidade ao interromper serviços essenciais e causar danos à infraestrutura crítica (Qian et al., 2024; Schmid et al., 2021). Integrar estratégias de resiliência incluindo investir em infraestrutura adaptável, implementar sistemas de alerta precoce e desenvolver planos de contingência é fundamental para minimizar o impacto desses eventos. Qian et al. (2024) enfatizam que a incorporação de medidas de mitigação e adaptação em áreas propensas a inundações contribui significativamente para fortalecer a capacidade de resposta e recuperação das comunidades, garantindo uma alocação de recursos mais eficaz, focada na prevenção de riscos.

As mudanças climáticas intensificaram a frequência e a gravidade de eventos extremos, aumentando a incerteza na gestão de recursos para populações vulneráveis. Mudanças nos padrões climáticos, evidenciadas pelo aumento de eventos como tempestades e inundações, exigem a integração de estratégias de adaptação ao planejamento do desenvolvimento local. (Grecksch e Klöck, 2020) enfatizam que incorporar medidas de adaptação e mitigação em políticas públicas não apenas reduz a exposição aos riscos climáticos, mas também otimiza a alocação de recursos ao priorizar intervenções que fortaleçam a resiliência da comunidade. Essa abordagem abrangente é essencial para garantir que os investimentos respondam aos desafios emergentes e contribuam para a sustentabilidade a longo prazo das áreas mais afetadas pelas mudanças climáticas.

O uso de SIG se consolidou como uma ferramenta indispensável para melhorar a gestão e alocação de recursos em contextos de alto risco. O SIG permite a visualização e análise espacial de dados, facilitando a identificação de áreas de maior vulnerabilidade e a avaliação da distribuição de recursos em tempo real. Fernández e Wu (2018) apontam que a integração dessas tecnologias nos processos de tomada de decisão melhora a capacidade de resposta a desastres ao fornecer

informações precisas e atualizadas sobre a evolução dos riscos naturais e os impactos das mudanças climáticas (Schmid et al., 2021). Dessa forma, o uso do SIG não apenas otimiza a alocação de recursos, mas também fortalece a resiliência da comunidade, fornecendo uma base sólida para o desenho de intervenções preventivas e de recuperação (Aubert et al., 2024).

Uma área crítica na alocação de recursos em comunidades vulneráveis é a segurança alimentar. Sistemas de alerta precoce contra a fome desempenham um papel fundamental na prevenção de crises, possibilitando respostas rápidas e eficazes diante de ameaças como secas ou instabilidade na produção de alimentos. Choularton e Krishnamurthy (2019) destacam que esses sistemas exigem a combinação de indicadores socioeconômicos, climáticos e ambientais para a geração de previsões precisas. No entanto, a incerteza inerente a esses modelos pode comprometer a qualidade das decisões, afetando a preparação das comunidades e gerando ineficiências na alocação de recursos. Para aprimorar a precisão desses sistemas, é imprescindível o uso de tecnologias avançadas, como modelos preditivos baseados em inteligência artificial e big data, que permitam antecipar tendências com maior exatidão (Qian et al., 2024).

A alocação de recursos, portanto, é uma disciplina multidimensional que integra abordagens quantitativas e qualitativas para enfrentar problemas complexos. A utilização de ferramentas como modelos de decisão multicritério, análise de custo-benefício e a incorporação de critérios de vulnerabilidade possibilita o desenvolvimento de estratégias de distribuição mais equitativas e sustentáveis. Em particular, a metodologia MAVT tem se mostrado eficaz na tomada de decisões, pois permite estruturar problemas complexos em atributos claramente definidos, atribuindo-lhes funções de valor e pesos de acordo com as preferências dos tomadores de decisão, o que facilita um processo mais transparente, coerente e alinhado às prioridades estabelecidas (de Faria et al., 2019b; Vieira e Montibeller, 2025; Zheng e Lienert, 2018).

Desta forma, alocação de recursos em comunidades carentes é um processo complexo que demanda uma abordagem holística, fundamentada em evidências e com mecanismos de participação que assegurem tanto a equidade quanto a sustentabilidade. A combinação de estratégias inovadoras, ferramentas analíticas avançadas e processos inclusivos é fundamental para maximizar o impacto das intervenções e melhorar as condições de vida dos grupos mais vulneráveis da sociedade.

2.4.1 Impacto dos tipos de vulnerabilidade nas comunidades carentes

Com base nos tipos de vulnerabilidade, suas características, os impactos identificados e as estratégias empregadas nas comunidades mais afetadas, as informações foram consolidadas em um marco técnico de resumo, facilitando a comparação e a análise integral dos achados (ver Apêndice 3).

No marco técnico, foi estabelecido que a vulnerabilidade social se caracteriza por uma alta densidade populacional, a predominância de grupos vulneráveis e o acesso limitado a serviços e recursos básicos (Roncancio e Nardocci, 2016). Esses fatores geram impactos significativos, especialmente na saúde, com um aumento na propagação de doenças, insegurança decorrente da violência e da falta de serviços essenciais, resultando em um estilo de vida marcado pela pobreza e desigualdade (Wolkin et al., 2015).

Como estratégias para enfrentar essa situação, destaca-se o fortalecimento das redes sociais, com o objetivo de apoiar as comunidades por meio da arrecadação de bens e da implementação de programas de treinamento e educação (Parvin et al., 2023). Além disso, considera-se fundamental investir na provisão de serviços básicos, como água potável, energia sustentável e assistência médica (Braun e Aßheuer, 2011).

Por outro lado, a vulnerabilidade econômica está relacionada às condições das moradias, aos aspectos socioeconômicos e educacionais, às condições de saúde e bem-estar, aos baixos rendimentos e à limitada capacidade de resposta diante de dificuldades (Khan et al., 2024). Essas condições impactam consideravelmente a qualidade de vida, a aquisição ou posse de bens e serviços e a estabilidade econômica das comunidades.

Para mitigar esses efeitos, os autores ressaltam a importância de melhorar a infraestrutura dos bairros, incluindo as moradias nas comunidades afetadas (Chantry e Norton, 2019). Também propõem fomentar a diversificação de atividades econômicas mais estáveis, como microempresas e cooperativas, além de promover a transição para a formalidade econômica (Fraser, 2017). Contudo, para alcançar esses objetivos, é necessário garantir a disponibilidade de financiamentos por meio de esquemas de microcrédito.

Em relação à vulnerabilidade ambiental, foram identificadas diversas categorias e situações de emergência considerando a distribuição geográfica, as características climáticas e os riscos intrínsecos das localidades (Braun e Aßheuer, 2011). As categorias principais incluem localização,

exposição e risco. Esse tipo de vulnerabilidade não apenas afeta diretamente a saúde e a economia, mas também contribui para exacerbar as vulnerabilidades social e econômica, além de colocar a vida em perigo diante de desastres naturais ou do desgaste do terreno (Parvin et al., 2023).

Entre as estratégias mais destacadas para enfrentar essa problemática, os autores enfatizam a importância da educação e da participação comunitária para aumentar a conscientização sobre os fatores e perigos ambientais. Isso inclui práticas como a reciclagem e o manejo adequado de resíduos. Ademais, considera-se essencial melhorar o planejamento territorial, uma vez que muitos assentamentos já estão em situação de risco antes mesmo de serem habitados. Nesse sentido, a realocação seria a estratégia mais eficaz, embora sua implementação enfrente desafios significativos devido aos altos custos envolvidos.

Com base na análise anterior e nas metodologias de alocação de recursos, apresenta-se um quadro comparativo que avalia esses métodos no contexto de comunidades carentes (Tabela 4). Como ponto de partida, foi utilizada uma lista de indicadores associados a cada tipo de vulnerabilidade, comparando-os com as abordagens dos diferentes métodos de alocação de recursos. O objetivo é determinar qual deles seria o mais adequado como método central de análise. Este quadro justifica a pertinência de cada método avaliado, levando em consideração a necessidade de incorporar indicadores de vulnerabilidade social, econômica e ambiental.

Tabela 4. Comparação de métodos de alocação de recursos com critérios de vulnerabilidade.

Método	Relevância para comunidades carentes	Vantagens no Contexto	Limitações no Contexto	É adequado como método primário? (Justificação)
Análise de Custo-Benefício (CBA)	Avalia custos e benefícios em termos monetários, mas pode ignorar fatores sociais ou de vulnerabilidade.	- Fornece uma métrica clara e quantitativa. -Facilita a comparação econômica entre opções.	-Dificuldade em monetizar vulnerabilidades e benefícios sociais ou ambientais. - Pode excluir critérios intangíveis.	Não é o melhor método. Embora útil para a viabilidade econômica, não captura adequadamente os critérios de vulnerabilidade.
Análise de Portfólio (PDA)	Classifica e prioriza projetos com base em risco, retorno e alinhamento estratégico, mas não considera necessariamente a equidade social.	-Permite equilibrar recursos entre vários projetos. - Avalia riscos e retornos de forma estruturada.	-Não integra diretamente aspectos de equidade ou vulnerabilidade social. - Requer dados robustos de risco e retorno.	Não é o melhor método. Seu foco no risco e no retorno financeiro não prioriza as necessidades vulneráveis sociais e ambientais.
Análise de Decisão Multicritério (MCDA)	Considera múltiplos critérios (sociais, econômicos, ambientais), permitindo integrar a vulnerabilidade na avaliação.	- Integra fatores qualitativos e quantitativos. - Flexível para incluir critérios específicos, como vulnerabilidade social.	-A ponderação dos critérios pode ser subjetiva. -Requer consenso na definição dos critérios.	Sim, é adequado. Permite abordar a alocação de recursos considerando vários critérios relevantes, incluindo a vulnerabilidade.

Fonte: Elaboração própria

A Análise de Custo-Benefício (CBA) destaca-se por sua capacidade de avaliar a viabilidade econômica de projetos, comparando sistematicamente os custos e benefícios em termos monetários (Van Coile et al., 2023). No entanto, sua aplicação em comunidades carentes enfrenta importantes limitações. Muitos dos benefícios essenciais nesses contextos como a redução de vulnerabilidades,

o impacto social ou a melhoria da qualidade de vida são difíceis de quantificar economicamente. Além disso, o foco em maximizar o benefício econômico pode excluir alternativas que, embora menos rentáveis financeiramente, tenham um alto impacto social. Por essas razões, o CBA não é adequado como ferramenta principal para a alocação de recursos em comunidades vulneráveis, embora possa complementar outros métodos ao fornecer uma base econômica para decisões específicas.

A Análise de Portfólio (PDA) destaca-se por sua capacidade de priorizar e equilibrar recursos entre múltiplos projetos, considerando fatores como risco, retorno e alinhamento estratégico (Liesiö et al., 2021). Embora essa metodologia seja eficaz em contextos corporativos ou estratégicos, apresenta uma limitação importante: seu enfoque predominantemente financeiro e técnico não prioriza fatores de equidade social ou vulnerabilidade. Como o objetivo desta análise é integrar critérios de vulnerabilidade na alocação de recursos, o PDA não oferece uma estrutura adequada para identificar e atender às necessidades urgentes das comunidades carentes. Embora possa ser útil para distribuir recursos entre projetos previamente selecionados, não é ideal como metodologia principal para definir prioridades com base em critérios sociais e ambientais.

A Análise de Decisão Multicritério (MCDA) posiciona-se como o método mais adequado para essa abordagem, pois permite integrar múltiplos critérios econômicos, sociais, ambientais e outros no processo de tomada de decisão (Bana E Costa, 2001; Franco e Montibeller, 2010). Sua flexibilidade é crucial para considerar de maneira eficaz os critérios de vulnerabilidade que caracterizam comunidades carentes. Ao contrário de outras abordagens, o MCDA não se limita a métricas financeiras, permitindo a inclusão de fatores qualitativos como equidade, acessibilidade e impacto social, que são essenciais nesse contexto. Embora sua aplicação exija um esforço adicional para definir e ponderar critérios, essas limitações podem ser superadas por meio de um processo participativo que envolva as comunidades afetadas e os responsáveis pela tomada de decisões.

Portanto, para uma alocação de recursos eficaz que integre critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes, o MCDA é a abordagem mais apropriada. Esse método permite lidar com a complexidade do problema, considerando múltiplas dimensões sociais, econômicas e ambientais. Embora outros métodos, como o CBA e o PDA, tenham méritos específicos, suas limitações para atender às necessidades sociais e de vulnerabilidade os tornam menos adequados nesse contexto.

2.5 Conclusão do capítulo 2

O capítulo de base teórica forneceu uma base sólida para entender os desafios e oportunidades na alocação de recursos para comunidades carentes. Primeiro, uma revisão sistemática da literatura identificou os principais indicadores e dimensões de vulnerabilidade nessas comunidades, facilitando a identificação das lacunas existentes e a compreensão dos fatores críticos que afetam seu desenvolvimento. Esta análise revelou a complexidade inerente à medição da vulnerabilidade, destacando a necessidade de usar abordagens multidimensionais que integrem indicadores quantitativos e qualitativos.

Em segundo lugar, os conceitos de comunidades desfavorecidas foram claramente definidos e os tipos de vulnerabilidade presentes foram caracterizados: social, econômica e ambiental. A revisão permitiu estabelecer uma tipologia que não só agrupa essas comunidades, mas também evidencia a inter-relação entre os diversos aspectos vulneráveis, o que é essencial para o desenho de estratégias de intervenção mais eficazes. A identificação e listagem de vários índices presentes na literatura fornecem uma ferramenta analítica valiosa para pesquisas futuras e para avaliação comparativa entre diferentes contextos.

Por fim, a revisão da literatura sobre métodos de alocação de recursos mostrou como essas ferramentas podem influenciar significativamente a melhoria da qualidade de vida em comunidades vulneráveis. Foi demonstrado que a aplicação de modelos de decisão multicritério, análises de custo-benefício e outras metodologias de alocação permite uma distribuição mais equitativa e eficiente dos recursos, contribuindo para a redução das desigualdades e fortalecendo a resiliência dessas comunidades diante dos desafios estruturais.

Em conjunto, esses achados reforçam a importância de abordar a questão da vulnerabilidade a partir de uma perspectiva abrangente e multidisciplinar, na qual a correta identificação de indicadores, a definição precisa de contextos e a aplicação de métodos de alocação de recursos se apresentem como pilares fundamentais para o desenvolvimento de políticas públicas em comunidades carentes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia de investigação adotada para atingir o objetivo central deste estudo: *“propor uma estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos que integre critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes”*. A abordagem metodológica foi estruturada para lidar com a complexidade das condições sociais, econômicas e ambientais que caracterizam essas comunidades, exigindo um processo sistemático, integrado e multidimensional.

A metodologia está organizada em etapas interdependentes, que incluem a definição do objeto de estudo, a seleção e classificação de indicadores de vulnerabilidade, a coleta e integração de dados secundários e primários, a ponderação de critérios com apoio de especialistas e representantes das comunidades (stakeholder), e a aplicação de métodos de apoio à decisão para orientar a alocação de recursos (Ver Figura 9, como as seguintes seções estão organizadas).

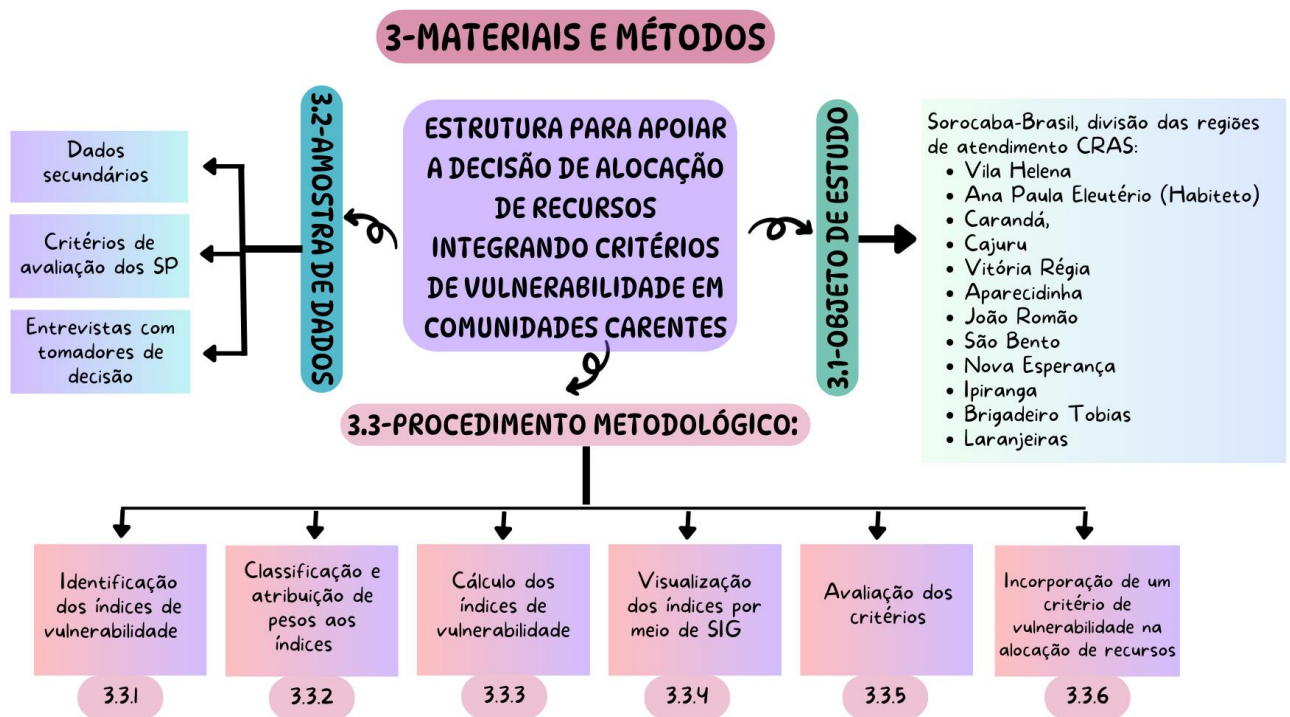


Figura 9. Materiais e métodos

Fonte: Elaboração própria

3.1 Objeto de estudo

O objeto de estudo para a validação da estrutura proposta, compreende comunidades carentes do município de Sorocaba – São Paulo, localizadas nas regiões de atendimento dos CRAS: Vila Helena, Ana Paula Eleutério (Habiteto), Carandá, Cajuru, Vitória Régia, Aparecidinha, João Romão, São Bento, Nova Esperança, Ipiranga, Brigadeiro Tobias e Laranjeiras (Figura 10). Sorocaba foi escolhida porque reúne, em um único contexto urbano de médio porte, um número significativo de assentamentos informais: segundo o Censo de 2022, mais de 12.000 pessoas vivem em 22 favelas que não têm escolas e hospitais próximos, o que agrava as condições de vulnerabilidade dessas populações (Scinocca e Arruda, 2024). Além da ausência de equipamentos de saúde e educação, muitos desses territórios enfrentam falhas recorrentes no abastecimento de água, na oferta de energia elétrica e na coleta de resíduos, fatores que amplificam as vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais sobrepostas. Para garantir a comparabilidade dos resultados, o estudo inclui apenas as comunidades com dados secundários homogêneos e confiáveis; áreas sem informações compatíveis foram excluídas, reforçando a solidez metodológica da análise.

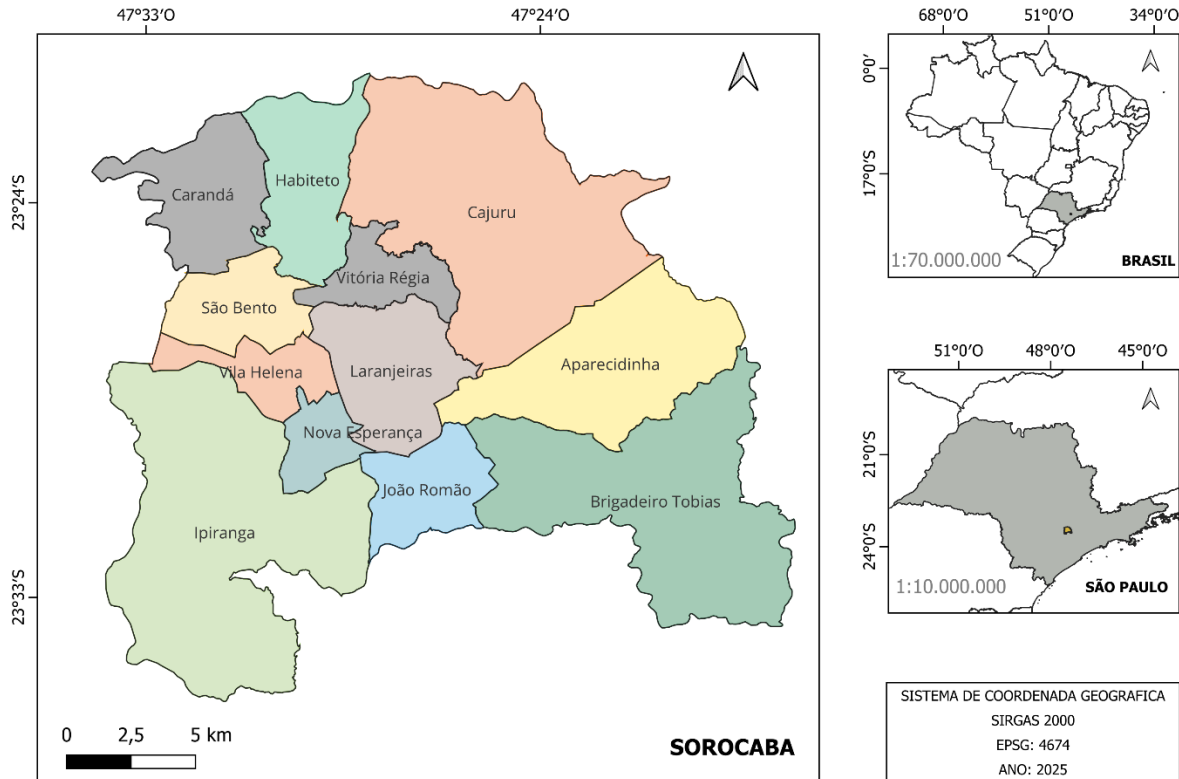


Figura 10. Mapa de Sorocaba dividido por abrangência CRAS.

Fonte: Elaboração própria com dados de Vigilância socioassistencial Sorocaba (<https://www.vigilanciasocial.com.br/>).

3.2 Amostra de dados

A Tabela 5 apresenta os principais materiais e fontes de dados utilizados nesta pesquisa, organizados em três categorias centrais: (i) índices de vulnerabilidade, (ii) Critérios de avaliação. Os índices de vulnerabilidade forneceram uma visão territorial das desigualdades sociais, econômicas e ambientais, permitindo a identificação preliminar dos territórios mais afetados. Para isso, recorreu-se a bases de dados nacionais amplamente reconhecidas, como o (IBGE), o Cadastro Único e a Vigilância Socioassistencial, que disponibilizam informações relevantes sobre os CRAS.

Por fim, as informações obtidas junto ao tomador de decisão foram fundamentais para estruturar o modelo multicritério, possibilitando a definição de pesos e critérios compatíveis com a realidade da gestão pública. Essa participação permitiu alinhar as condições sociais, econômicas e ambientais identificadas às prioridades institucionais, além de incorporar a experiência prática da rede CRAS no processo de alocação de recursos (ver seção 3.2.1).

Tabela 5. Categorias de dados

Categoria de dados	Descrição	Fonte / Material	Seção
Índices de vulnerabilidade	Consulta de dados secundários sobre indicadores sociais, econômicos e ambientais em comunidades em situação de vulnerabilidade.	IBGE; Vigilância Socioassistencial; Albino (2024)	3.3.1; 3.3.2
Critérios de avaliação	Participação de um tomador de decisão na ponderação de critérios e avaliação das alternativas.	Entrevista com Assistente social	3.3.2; 3.3.7

Fonte: Elaboração própria

A combinação dessas três fontes de dados resultou em uma abordagem integrada, essencial para a construção de um modelo decisório sensível às especificidades das comunidades vulneráveis. A tabela também indica em que seção da dissertação cada conjunto de dados foi aplicado, facilitando a compreensão do papel de cada categoria na análise.

Para compor o processo de critérios de avaliação, além dos custos de implantação e manutenção de cada CRAS, definem-se os critérios de benefícios de serviços públicos (SP) a serem avaliados juntamente com os índices de vulnerabilidade. Estes critérios (infraestrutura básica,

infraestrutura viária, saúde, educação e emprego) foram baseados em Vieira (2024). A Tabela 6 resume os critérios pesquisados junto à comunidade carente da cidade de Votorantim, região metropolitana de Sorocaba e guarda as mesmas características das comunidades dos CRAS analisados.

Tabela 6. Descrição dos cinco serviços a serem analisados.

Serviço	Descrição
Infraestrutura Básica	Serviços essenciais como saneamento, água, pavimentação e coleta de lixo. Essenciais para melhorar as condições de vida nas comunidades carentes.
Infraestrutura Viária	Inclui a construção e manutenção de ruas, estradas e vias de acesso. Importante para melhorar o acesso e reduzir o isolamento das áreas marginalizadas.
Saúde	Refere-se especificamente às especialidades médicas disponíveis nos postos de saúde locais.
Educação	Escola em tempo integral/parcial.
Emprego	Refere-se à criação de oportunidades de trabalho e à promoção de programas de capacitação profissional. Essencial para reduzir a pobreza e melhorar a segurança nas áreas mais vulneráveis.

Fonte: (Vieira, 2024)

3.2.1 Entrevista estruturada

Como parte do procedimento metodológico, foi aplicada uma entrevista estruturada com um especialista vinculado ao CRAS do município de Sorocaba (Ver Apêndice 5). A entrevista foi dividida em três blocos principais, cada um com objetivos distintos e complementares:

- **Bloco 1 - Definição dos pesos dos índices de vulnerabilidade:** Este bloco visa capturar a percepção do participante quanto à importância relativa das três vulnerabilidades consideradas (social, econômica e ambiental), bem como de suas respectivas dimensões, indicadores (e.g., acesso a serviços, renda, poluição) e suas condições específicas. As avaliações foram realizadas em diferentes escalas (0 a 100 para pesos relativos e 0 a 10 para as condições específicas), permitindo estruturar o Índice de Vulnerabilidade Composto (IVC) com base em julgamentos especializados (método SW).

- **Bloco 2 – Avaliação da alocação de recursos públicos:** Neste bloco, os entrevistados analisam cinco tipos de serviços públicos (infraestrutura básica, infraestrutura viária, saúde, educação e emprego), considerando o impacto potencial de melhorias em cada CRAS e os custos operacionais associados. O objetivo é identificar quais melhorias trariam maior benefício relativo para cada território, utilizando uma escala de 0 a 100 para comparar alternativas de intervenção (método SW).
- **Bloco 3 – Priorização territorial e de critérios decisórios:** O último bloco se refere à classificação dos 12 CRAS segundo o grau de vulnerabilidade percebida, com base no conhecimento local dos participantes. O método Rank-Sum (RS) foi adotado pelo fato de a dificuldade do tomador de decisão avaliar os 12 CRAS de forma relativa. Assim, foi solicitado apenas a ordem de prioridade entre eles, mas não o peso relativo. Além disso, de igual forma são classificados aos critérios utilizados no processo decisório de alocação de recursos, como custo, infraestrutura, saúde, educação, emprego e vulnerabilidade, visando identificar sua relevância relativa na priorização de ações.

Essa estrutura permitiu coletar dados qualitativos e quantitativos diretamente de profissionais com experiência no território, fornecendo insumos fundamentais para a parametrização do modelo multicritério e para o uso no software VISA.

3.3 Procedimento metodológico

Considerando que a análise de vulnerabilidade e a alocação de recursos em comunidades carentes demandam uma abordagem estruturada, a metodologia proposta adota um critério de entrada, no qual os dados sobre vulnerabilidade e as preferências por recursos públicos são integrados de forma conjunta. Essa abordagem permite identificar os territórios com maiores carências e considerar as prioridades percebidas pelas comunidades e pelos tomadores de decisão, fortalecendo o processo de análise multicritério e tornando a alocação de recursos mais alinhada as necessidades reais. Tendo isso em conta, o processo metodológico está dividido em seis etapas gerais:

- i) Identificação dos índices de vulnerabilidade;
- ii) Classificação e atribuição de pesos aos índices;
- iii) Cálculo dos índices de vulnerabilidade;
- iv) Visualização dos índices por meio de SIG;

- v) Avaliação dos critérios;
- vi) Incorporação de um critério de vulnerabilidade na alocação de recursos;

A Figura 11 apresenta uma síntese do procedimento metodológico adotado nesta pesquisa, evidenciando a articulação entre as bases de dados utilizadas, as etapas do processo analítico e os métodos aplicados em cada fase. O diagrama mostra como os índices de vulnerabilidade foram identificados, ponderados e calculados, para em seguida serem usados no SIG, o que possibilitou a visualização territorial das desigualdades. Posteriormente, foram incorporadas as preferências por recursos públicos e as contribuições do tomador de decisão, permitindo a integração do IVC no modelo multicritério. Por fim, com apoio do método MAVT operacionalizado no software VISA, foi estruturado um processo decisório capaz de priorizar alternativas de alocação de recursos de forma transparente e coerente com as realidades locais.

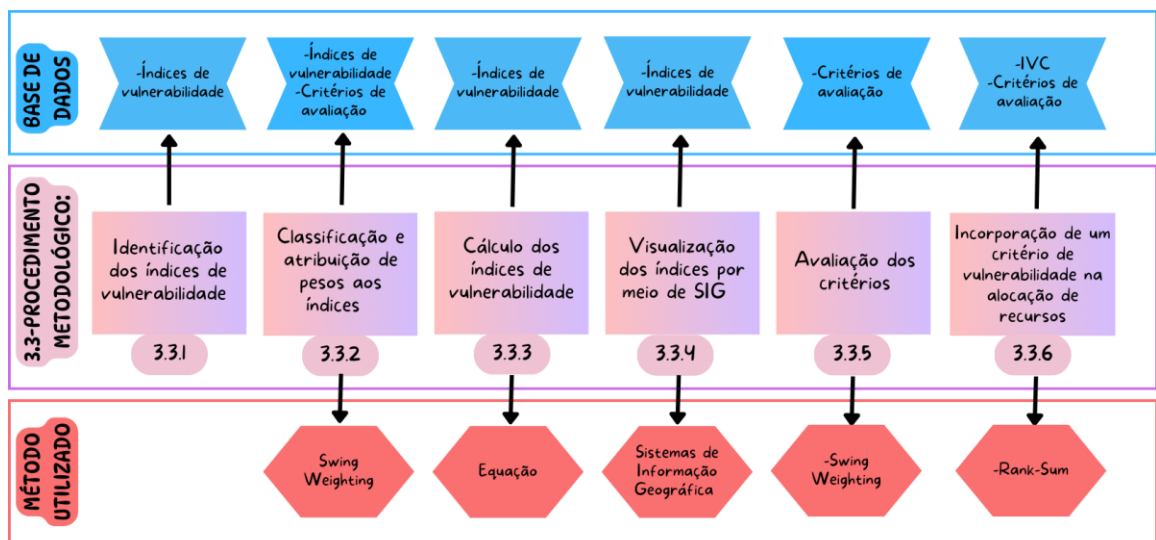


Figura 11. Síntese do procedimento metodológico para integração do IVC ao modelo MCDA

Fonte: Elaboração própria

3.3.1 Identificação dos índices de vulnerabilidade

A seleção de indicadores constitui o primeiro passo para avaliar a vulnerabilidade de forma integral. Esse processo é fundamentado na revisão da literatura e na identificação de dimensões-chave, como a social, econômica e ambiental, que influenciam significativamente as condições das comunidades carentes. Os indicadores sociais, como educação e acesso a serviços básicos, refletem as necessidades humanas fundamentais, enquanto os indicadores econômicos, como renda e emprego, destacam as limitações financeiras enfrentadas por essas comunidades. Os fatores ambientais, como a exposição a riscos naturais, são críticos para identificar áreas propensas a desastres.

O uso de fontes secundárias confiáveis, como censos, relatórios governamentais e bases de dados públicas, garante a qualidade e a relevância dos dados selecionados, promovendo uma análise robusta e replicável. Considerando que o estudo está centrado em Sorocaba-Brasil, foi priorizada a utilização de bases de dados nacionais amplamente reconhecidas por sua qualidade e atualidade. Entre elas, destacam-se: o IBGE, o Cadastro Único e a Vigilância Socioassistencial, que disponibilizam informações relevantes sobre as comunidades carentes.

Com base em informações coletadas de essas diversas fontes oficiais será construído um banco de dados robusto para representar a população-alvo, com foco nas comunidades carentes identificadas como CRAS. Esta base de dados constituirá a base do processo metodológico, permitindo uma análise demográfica abrangente. Esta análise cobrirá variáveis-chave, como sexo e faixas etárias, possibilitando identificar padrões estruturais e tendências relevantes na distribuição populacional.

3.3.2 Classificação e atribuição de pesos aos índices de vulnerabilidade

Após a etapa anterior, todos os índices coletados nas fontes de dados serão classificados em três categorias de vulnerabilidade: social, econômica e ambiental, seguindo os achados do referencial teórico que identificou as principais vulnerabilidades presentes em comunidades carentes. Para realizar esse processo, é aconselhável realizar entrevistas com os profissionais do CRAS, de acordo com a metodologia de coleta de informações, para que eles possam atuar como especialistas e tomadores de decisão na avaliação dos critérios (Apêndice 5).

O tomador de decisão entrevistado foi definido pela administração pública municipal como representante oficial para fornecer informações sobre o processo de alocação de recursos. Por

decisão da prefeitura, apenas um tomador de decisão foi selecionado para participar da pesquisa, com base em sua posição estratégica dentro da gestão pública e em seu papel direto na definição das prioridades para a distribuição de recursos em comunidades carentes. Essa escolha garante que as respostas reflitam as diretrizes e critérios institucionais utilizados pela prefeitura, embora possam estar limitadas à perspectiva individual do respondente.

Posteriormente, com os tipos de vulnerabilidade definidos e cada indicador atribuído à sua categoria correspondente, será realizado um processo de agrupamento desses índices. Este procedimento permitirá extrair dimensões subjacentes que sintetizam e explicam as informações contidas nos índices, facilitando uma análise mais aprofundada e estruturada das vulnerabilidades em estudo (Shoemaker et al., 2020). Além disso, a cada índice será atribuído um peso que reflita as condições potenciais que afetam as comunidades, tomando como base a amostra obtida.

Portanto, será estabelecida uma hierarquia de quatro níveis no processo de classificação (Figura 12): i) os tipos de vulnerabilidade; ii) as dimensões subjacentes; iii) os índices correspondentes; e iv) as possíveis condições que as comunidades sofrem.

Essa abordagem multinível permite entender as inter-relações entre os diferentes indicadores, também fornece uma base sólida para a tomada de decisões e o desenho de intervenções direcionadas que abordem de forma abrangente os problemas identificados em comunidades desfavorecidas.

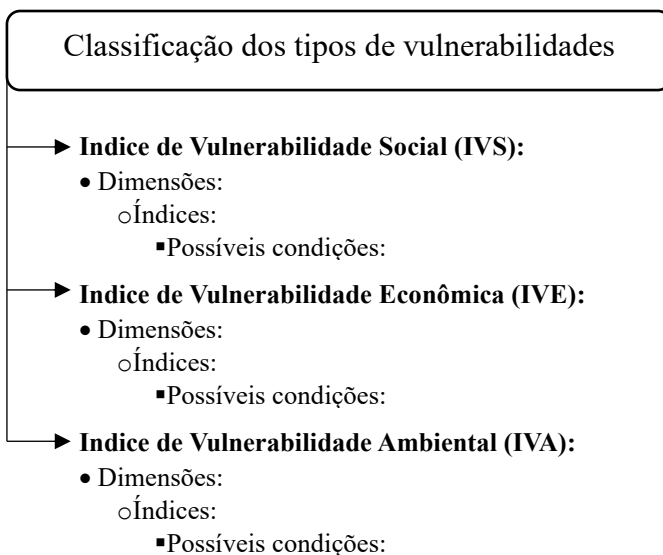


Figura 12. Estrutura da classificação dos tipos de vulnerabilidade
Fonte: Elaboração própria

Uma vez obtida a classificação, serão atribuídas ponderações a cada indicador e/ou subclasse, considerando que eles apresentam níveis distintos de relevância na análise da vulnerabilidade. Em seguida, a etapa de elicitación de pesos (W_j), torna-se fundamental no processo de MCDA, uma vez que pode influenciar de forma significativa os resultados (Aubert et al., 2020). A atribuição desses pesos pode ser realizada por diferentes abordagens: Razão (ou em inglês, Ratio), Balanço (ou em inglês, Swing) e compensação (ou em inglês, trade-off) (Weber e Borcherding, 1993). Os métodos de compensação, que fornecem a base teórica mais robusta para a elicitación de pesos de objetivos (Keeney e Raiffa, 1993), mostraram-se operacionalmente complexos e cognitivamente exigentes (Riabacke et al., 2012). Por outro lado, os métodos baseados na Razão são os mais simples e os que retém menos informação do respondente. Já o Swing, apesar do tomador de decisão ter dificuldade em compreender o processo de elicitación sem um assistente, tem sido reconhecido pela literatura como um método robusto (Lienert et al., 2016).

Neste estudo, optou-se pelo método Swing Weighting (SW), pertencente à família de procedimentos de ponderação por intervalos e baseado em uma constante de escala (Aubert et al., 2020). Dessa forma, a definição das ponderações visa fundamentar uma tomada de decisão mais informada e alinhada às necessidades específicas das comunidades analisadas.

O método SW aplicado às três primeiras classificações (tipos, dimensões e índices de vulnerabilidade) baseia-se em apresentar ao tomador de decisão os critérios avaliados, cada um descrito em seu nível de referência (status quo). A partir de uma situação hipotética em que todos os critérios estivessem nesse nível mínimo, pergunta-se qual deles deveria ser elevado ao nível máximo. Esse primeiro critério selecionado recebe o valor de 100 pontos em uma escala de 0 a 100, onde 0 representa o status quo e 100 a melhoria máxima possível. Em seguida, os demais critérios são avaliados em termos relativos ao primeiro “swing”, recebendo valores intermediários que refletem sua contribuição percebida para a redução da vulnerabilidade. O processo é repetido até que todos os critérios tenham sido posicionados na escala, estabelecendo uma hierarquia relativa de importância. Por fim, os valores atribuídos são normalizados para que a soma total corresponda a 1, assegurando que os pesos reflitam de forma consistente as prioridades do decisor no contexto das comunidades analisadas (Vieira e Montibeller, 2025; Von Winterfeldt e Edwards, 1993).

Para a categoria quatro correspondente às “condições possíveis” apresentadas em cada um dos critérios (Figura 12), será utilizada uma escala linear de 0 a 10 para quantificar o nível de

vulnerabilidade associado a cada condição, permitindo uma captura da intensidade do impacto que essas condições podem ter nas comunidades.

O procedimento é estruturado nas seguintes etapas:

- 1. Identificação e coleta de condições:** São coletadas as condições derivadas dos índices analisados, que representam diversos cenários ou estados que podem afetar a situação de vulnerabilidade. Esta etapa envolve a compilação de uma lista que inclui tanto as condições de maior quanto aquelas com menor impacto.
- 2. Atribuindo valores em uma escala linear:** Cada condição recebe um valor em uma escala de 0 a 10, onde 0 indica um nível mínimo de vulnerabilidade e 10 representa o máximo ou o impacto mais grave (Pressupõe-se que os valores da escala sejam lineares; ou seja, a proporção entre os intervalos se mantém a mesma). Essa escala linear permite uma avaliação quantitativa simples e direta, facilitando a comparação entre diferentes condições.
- 3. Avaliação e validação por especialistas:** Os valores atribuídos são revisados por especialistas no assunto, que contribuem com seu conhecimento para ajustar e validar a pontuação para cada condição. Esta etapa é crucial para garantir que a atribuição de valores reflita com precisão a realidade e as especificidades do contexto estudado.
- 4. Integração na estrutura global:** Os valores finais são integrados ao quadro de análise global anterior. Essa integração permite que o impacto das “condições possíveis” seja combinado com os pesos atribuídos aos índices, dimensões e tipos de vulnerabilidade, gerando um índice de vulnerabilidade composto.

Essa abordagem baseada em escala linear para avaliar "condições possíveis" complementa o processo geral de análise, adicionando uma dimensão adicional ao capturar o grau de vulnerabilidade de maneira quantitativa e transparente. A representação dos pesos em cada uma das categorias pode ser vista na Figura 13. Todo o procedimento desta seção está refletido no bloco 1 da entrevista desenvolvida (Apêndice 5).

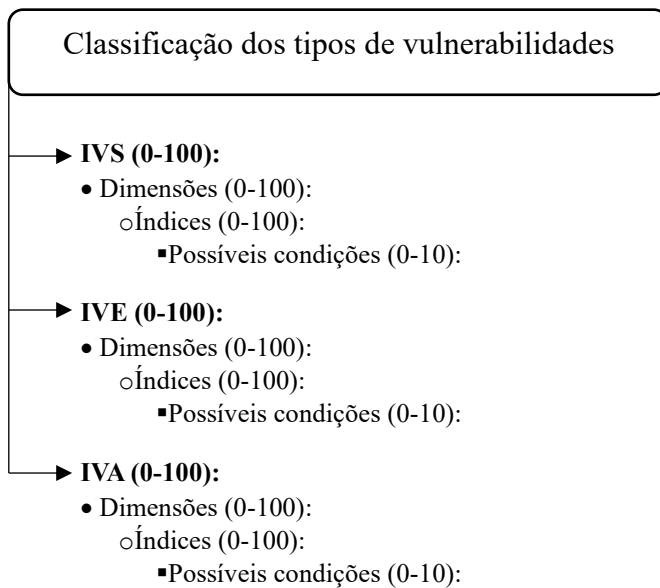


Figura 13. Estrutura da classificação e escala de pesos dos tipos de vulnerabilidade

Fonte: Elaboração própria

3.3.3 Cálculo dos índices de vulnerabilidade

Esta seção detalha o procedimento metodológico para calcular os índices de vulnerabilidade para cada um dos CRAS, que é uma ferramenta fundamental para avaliar e quantificar o nível de vulnerabilidade em comunidades carentes. Com base na coleta e classificação de dados de diversas fontes, são identificados e operacionalizados índices que abrangem dimensões sociais, econômicas e ambientais. Ao integrar métodos quantitativos e qualitativos, será desenvolvido uma estrutura que combina esses indicadores em um índice composto, permitindo uma avaliação comparativa e precisa da vulnerabilidade.

Por esse motivo, o índice de vulnerabilidade composto possui quatro classificações: tipos de vulnerabilidade, dimensões, índices e situações possíveis, com um peso atribuído a cada uma. Assim, para calcular o índice de vulnerabilidade de cada CRAS, o procedimento é o seguinte:

1. Para cada índice, o número de pessoas em cada situação é multiplicado pela classificação dada àquela situação, dividido pela população total (amostra), gerando um único valor para a variável.
2. Aplica-se o peso da variável, que já incorpora a distribuição do peso da respectiva dimensão.

3. Somam-se os valores ponderados de todas as variáveis (ou, de forma equivalente, de cada dimensão) para obter o índice total de vulnerabilidade.
4. Os procedimentos acima são executados para cada tipo de vulnerabilidade que, quando somados, forneceriam o IVC.

O índice de vulnerabilidade social para um CRAS é calculado como (Equação 1):

$$V_{k,CRAS} = \sum_{j=1}^x \left(p_j \times \frac{\sum_{i=1}^{m_j} S_{ij} \times n_{ij}}{N} \right) \quad (1)$$

Seja:

- S_{ij} : a avaliação atribuída à situação i no índice j
- n_{ij} : o número de pessoas na situação i do índice j
- p_j : o peso atribuído ao índice j
- m_j : o número de situações para o índice j
- x : o número total de índices
- N : o número total da amostra
- V_K : o tipo de vulnerabilidade k

Esta fórmula integra o efeito ponderado de cada situação, variável e dimensão. Seu cálculo fornece o valor do indicador por tipo de vulnerabilidade e, conseqüentemente, a soma de cada uma delas, gerando um indicador composto que reflete a vulnerabilidade social, econômica e ambiental de cada CRAS (ver Equação 2).

(2)

$$V_{Social,CRAS} + V_{Econômica,CRAS} + V_{Ambiental,CRAS} = V_{Composta,CRAS}$$

Para facilitar a compreensão das siglas e dos procedimentos aplicados, apresentamos a seguir um exemplo ilustrativo (Apêndice 4).

3.3.4 Visualização dos índices por meio de SIG

Para a realização da análise de dados dos indicadores, serão criadas camadas em mapas por meio do software QGIS, o que permitirá uma visualização do nível de vulnerabilidade e da situação das áreas adjacentes em cada comunidade carente. Além disso, serão realizadas análises específicas do nível de vulnerabilidade apresentado em cada CRAS, ressaltando os maiores e menores valores para cada um dos tipos de vulnerabilidade identificados: social, econômica e ambiental.

Na análise da vulnerabilidade social, serão considerados índices relacionados à educação, saúde e acesso a serviços, o que ajudará a identificar as condições de vida e a integração da população. No caso da vulnerabilidade econômica, serão avaliados fatores como o nível de renda, trabalho e a situação do domicílio, aspectos fundamentais para compreender a capacidade das famílias de acessar recursos e melhorar sua situação. Por outro lado, a vulnerabilidade ambiental será abordada por meio do estudo de fatores como a exposição a riscos naturais, a qualidade do ambiente e a sustentabilidade dos recursos locais. Cada um desses indicadores estará limitado às informações encontradas nas bases de dados.

Uma vez concluídas essas análises individuais, os resultados das três dimensões serão integrados, fornecendo assim uma visão geral da vulnerabilidade em cada uma das regiões estudadas (Figura 14). Essa abordagem permitirá identificar visualmente as áreas de maior vulnerabilidade e orientar políticas públicas e estratégias de intervenção de forma mais eficaz, priorizando recursos e esforços para mitigar os impactos e melhorar a qualidade de vida nas comunidades mais vulneráveis (Kılıc et al., 2023; Zhang et al., 2020).

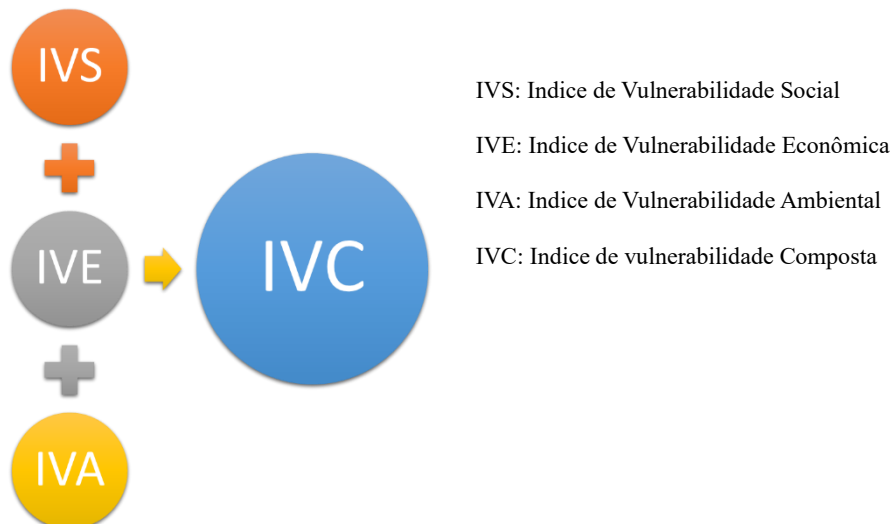


Figura 14. Integração de mapas SIG

Fonte: Elaboração própria

O desenvolvimento desses mapas, seguindo os processos descritos acima, fornecerá aos tomadores de decisão uma ferramenta visual essencial para identificar e priorizar as áreas mais vulneráveis. Além disso, se a coleta de dados permanecer constante ao longo dos anos, seria valioso padronizar os índices considerados para cada tipo de vulnerabilidade. Essa padronização permitiria detectar variações anuais, avaliar a eficácia das estratégias implementadas e, a partir dessa análise, ajustar variáveis como capacidade de investimento ou modificar os pesos atribuídos aos índices que requerem maior atenção (Fernández e Wu, 2018).

3.3.5 Avaliação dos critérios

A definição inicial dos critérios de recursos a serem considerados nesta pesquisa baseou-se em uma fonte secundária: o estudo de Vieira (2024), “A Framework for Supporting Resource Allocation in Slum Areas”. Esse trabalho, realizado em uma comunidade de baixa renda na região metropolitana de Sorocaba, identificou como prioritárias as seguintes categorias de recursos públicos: infraestrutura básica, infraestrutura viária, saúde, educação e emprego. Dada a semelhança estrutural entre essa comunidade e aquelas atendidas pelos CRAS de Sorocaba, assumiu-se que tais categorias são representativas para a realidade analisada nesta dissertação.

Na etapa seguinte, o tomador de decisão atuante na rede dos CRAS foi responsável por avaliar esses critérios em relação às condições específicas de cada território. Essa avaliação foi conduzida por meio de entrevistas estruturadas (Bloco 2 – Apêndice 5) e operacionalizada com o método SW. Nesse método, o tomador de decisão compara a importância relativa de cada recurso em uma escala intervalar, partindo da situação atual (status quo) e atribuindo valores de impacto em uma escala de 0 a 100. Esse procedimento permite capturar a percepção subjetiva sobre a prioridade de melhoria de cada recurso em cada CRAS, refletindo diretamente as necessidades locais observadas em campo.

Além da avaliação de preferências, foram também considerados os custos de intervenção associados a cada recurso, com base em informações disponibilizadas pelos CRAS referentes ao período anterior. A inclusão dessa dimensão buscou equilibrar a análise, permitindo que alternativas com alto benefício, mas custos excessivos, fossem comparadas de forma justa com aquelas de menor custo relativo.

O uso do SW apresenta a vantagem de simplificar o processo de elicitação de preferências, reduzindo ambiguidades e fornecendo pesos consistentes que podem ser integrados posteriormente no modelo multicritério. Assim, critérios como saúde ou emprego, quando considerados mais críticos, recebem maior peso, orientando o processo de priorização de maneira transparente e justificada.

As avaliações resultantes de preferências por recursos e custos de intervenção, foram utilizadas como insumos no software VISA, que possibilitou a comparação equilibrada entre alternativas e a integração de diferentes dimensões de análise no processo de priorização da alocação de recursos. Dessa forma, garantiu-se que o modelo considerasse simultaneamente tanto evidências derivadas da literatura quanto julgamentos práticos do tomador de decisão, promovendo maior legitimidade ao processo.

3.3.6 Incorporação do IVC na MCDA

A incorporação do IVC, permite sintetizar múltiplas dimensões de vulnerabilidade em uma única medida, facilitando a comparação entre comunidades ou regiões. A agregação dos indicadores, após a normalização, assegura a consistência da análise e a comparabilidade dos resultados, independentemente das unidades ou escalas dos dados.

O IVC torna-se, assim, uma ferramenta estratégica para a priorização da alocação de recursos, pois permite classificar os territórios com base em seus níveis acumulados de vulnerabilidade. No entanto, é fundamental que o tomador de decisão realize uma análise crítica dos valores obtidos pelo IVC, a fim de compreender sua distribuição e o grau de diferenciação entre as regiões avaliadas. Com base nesse exame, é possível optar pela inclusão de todos os territórios no modelo de alocação, tratando o IVC como critério comparativo interno ou, alternativamente, selecionar apenas as comunidades com os maiores índices, priorizando aquelas em situação mais crítica. Essa análise prévia dos valores do IVC é essencial para alinhar a estratégia de alocação aos objetivos do plano de intervenção e aos recursos disponíveis, promovendo decisões mais direcionadas e eficazes.

Após a análise do IVC em cada uma das regiões de estudo, os valores obtidos serão incorporados como um critério dentro do processo de alocação de recursos, junto com os critérios Custos e Benefícios (serviços). A inclusão do IVC visa reforçar uma perspectiva territorial integrada, permitindo que regiões com níveis mais elevados de vulnerabilidade refletindo a sobreposição de

fatores sociais, econômicos e ambientais sejam priorizadas na distribuição de recursos públicos. Isso pode influenciar diretamente a formulação de políticas como programas sociais, intervenções de infraestrutura e ações de mitigação de riscos.

No entanto, por se tratar de um atributo construído, o IVC segue a mesma lógica metodológica aplicada aos demais critérios considerados na árvore de valor do modelo multicritério. Em um modelo baseado na MAVT, cada critério pode apresentar diferentes tipos de escala de medida natural, construída ou proxy e, portanto, não há necessidade de compatibilização direta entre elas, mas sim da definição clara de suas respectivas funções de valor. Nesse sentido, a parametrização realizada no software VISA buscou assegurar que os valores do IVC refletissem corretamente a lógica de preferência adotada no modelo (ou seja, maiores valores indicando maior prioridade), em conformidade com a metodologia (de Faria et al., 2019a). Dessa forma, a incorporação do IVC como critério fortalece a capacidade do modelo em capturar desigualdades territoriais, mantendo a coerência metodológica ao reconhecer que diferentes critérios podem ser avaliados em escalas distintas, desde que traduzidos em funções de valor consistentes.

Nesta etapa, todas as informações previamente coletadas incluindo os índices de vulnerabilidade, os critérios, os custos operacionais e os possíveis impactos das intervenções, são reunidos para dar início ao processo de análise multicritério, conforme a abordagem MAVT.

Aplicação da MAVT no processo decisório

A MAVT foi utilizada como base metodológica para estruturar o processo de decisão multicritério referente à alocação de recursos. A aplicação seguiu uma adaptação da lógica do SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*), que permite organizar de forma transparente as etapas de avaliação e priorização (Belton e Stewart, 2012). O processo foi conduzido em cinco passos principais:

1. **Definição dos critérios e alternativas:** Os indicadores de vulnerabilidade identificados na revisão sistemática e operacionalizados no IVC foram considerados como critérios centrais. Além do IVC, foram incluídos custos de intervenção e categorias de recursos públicos como critérios complementares (infraestrutura básica, infraestrutura viária, saúde, educação e disponibilidade de emprego). Por fim, são definidas as alternativas que corresponderam às diferentes regiões atendidas pelos Centros de Referência da Assistência Social (CRAS).

2. **Atribuição de pesos aos critérios:** Para refletir a importância relativa de cada critério, foi aplicado o método Rank-Sum (RS). Essa técnica permitiu transformar o ranking de importância fornecido pelo tomador de decisão em um conjunto de pesos numéricos consistentes (Alfares e Duffuaa, 2016).
3. **Avaliação das alternativas:** Consistiu na avaliação das alternativas de alocação de recursos nos diferentes CRAS. Para isso, foram consideradas as cinco categorias de serviços públicos, às quais o tomador de decisão atribuiu valores em uma escala intervalar de 0 a 100, representando a necessidade relativa de melhoria de cada serviço em cada território. Esses valores funcionaram como funções de valor lineares, permitindo comparar as alternativas de forma consistente e mensurar o impacto esperado das intervenções.
4. **Agregação dos valores:** Os desempenhos ponderados foram combinados segundo a estrutura axiomática da MAVT, resultando em um valor global para cada alternativa. Essa etapa foi operacionalizada no software VISA, que possibilitou integrar os diferentes critérios e calcular o ranking final das regiões.
5. **Análise de sensibilidade:** Por fim, foram conduzidas análises de sensibilidade para verificar a robustez dos resultados frente a variações nos pesos atribuídos com o método rank-sum por meio do software VISA. Além, foi incorporada uma comparação direta com o ranking de vulnerabilidade fornecido pelo tomador de decisão contra o IVC calculado (Ver Bloco 3 Apêndice 5). Esse procedimento permitiu avaliar em que medida os resultados do modelo convergiam ou divergiam das percepções práticas dos gestores locais, enriquecendo a análise de robustez e fortalecendo a legitimidade das recomendações.

Com esse procedimento, a MAVT possibilitou a síntese de múltiplas dimensões da vulnerabilidade em um único processo decisório, como também assegurou maior transparência e participação, contribuindo para que a alocação de recursos refletisse as reais necessidades das comunidades analisadas. Essa abordagem amplia a análise além do nível de vulnerabilidade, incorporando dimensões como viabilidade técnica, sustentabilidade financeira e impacto potencial, o que favorece decisões mais equilibradas e contextualizadas. Essas etapas são essenciais para garantir a consistência da estrutura, assegurando que pequenas mudanças nos dados de entrada não comprometam significativamente as decisões finais. Além disso, reforça a confiabilidade técnica

da proposta e fornece argumentos sólidos para justificar as escolhas, sobretudo em contextos marcados por restrições orçamentárias e alta complexidade social.

3.4 Conclusão do capítulo 3

Este capítulo apresentou a metodologia adotada na pesquisa, estabelecendo um arcabouço estruturado para a integração de indicadores de vulnerabilidade na alocação de recursos em comunidades carentes de Sorocaba. Definiu-se como objeto de estudo as regiões atendidas pelos Centros de Referência de Assistência Social (CRAS), incluindo Vila Helena, Ana Paula Eleutério (Habiteto), Carandá, Cajuru, Vitória Régia, Aparecidinha, João Romão, São Bento, Nova Esperança, Ipiranga, Brigadeiro Tobias e Laranjeiras. A seleção dessas áreas responde à necessidade de focalizar intervenções em comunidades que apresentam altos níveis de vulnerabilidade social, econômica e ambiental.

Para a coleta de dados, foram estabelecidas três estratégias complementares: a consulta de índices socioeconômicos e ambientais em bases de dados oficiais, a adaptação do arcabouço metodológico proposto por Vieira (2024) para integrar as preferências comunitárias na alocação de recursos e a realização de entrevistas com profissionais vinculados ao CRAS, que contribuirão com sua experiência na ponderação de critérios e avaliação de recursos prioritários. Essa combinação de métodos garante uma visão integral da vulnerabilidade nas comunidades estudadas, permitindo uma abordagem tanto quantitativa quanto qualitativa da problemática.

Além disso, foram descritos os procedimentos metodológicos desenvolvidos para integrar os índices de vulnerabilidade na alocação de recursos, seguindo uma série de etapas estruturadas: Identificação dos índices de vulnerabilidade, classificação e atribuição de pesos aos índices, cálculo dos índices de vulnerabilidade, visualização dos índices por meio de SIG, avaliação dos critérios, e por fim a incorporação de um critério de vulnerabilidade na alocação de recursos.

A metodologia proposta permite uma avaliação mais precisa das necessidades das comunidades e também introduz uma abordagem inovadora ao considerar a vulnerabilidade como um critério formal no processo de tomada de decisão. A combinação de técnicas de análise multicritério e a visualização em ambientes SIG fornece uma base mais objetiva e transparente para

a distribuição de recursos, o que pode melhorar a equidade e a eficácia das intervenções públicas nessas comunidades.

Com essa base metodológica estabelecida, os capítulos seguintes abordarão a aplicação da estrutura no estudo de caso hipotético, analisando os resultados obtidos e avaliando sua eficácia para melhorar a alocação de recursos em contextos de alta vulnerabilidade.

4. RESULTADOS

Nesta seção de resultados, são apresentados os achados seguindo a metodologia proposta, que propõe a utilização de informações secundárias, uma estrutura de monitoramento do trabalho e entrevistas com tomadores de decisão para criar uma estrutura para alocação de recursos em comunidades carentes, incluindo índices de vulnerabilidade

Os resultados seguem a mesma sequência apresentada na Figura 11 (Metodologia), sendo 4.1 representando a amostra dentro do objeto de estudo e as demais seções os seis passos do procedimento metodológico.

4.1 Análise da amostra de dados do objeto de estudo

De acordo com os dados fornecidos pela agência socioassistencial da cidade de Sorocaba, Brasil, foi realizada uma análise dos dados das comunidades em situação de vulnerabilidade dentro do território. Para isso, foram utilizados os registros obtidos nos CRAS, unidades responsáveis por prestar atendimento à população. A seguir, são apresentadas as principais características demográficas dessas comunidades, com base nos dados coletados em abril de 2024.

Um dos primeiros aspectos analisados foi a distribuição de gênero entre as pessoas em situação de vulnerabilidade que realizaram seu registro nos diferentes pontos de atendimento do CRAS. A população total registrada soma 183.359 pessoas, das quais 58% (105.794) são mulheres e 42% (77.565) são homens (Figura 15).

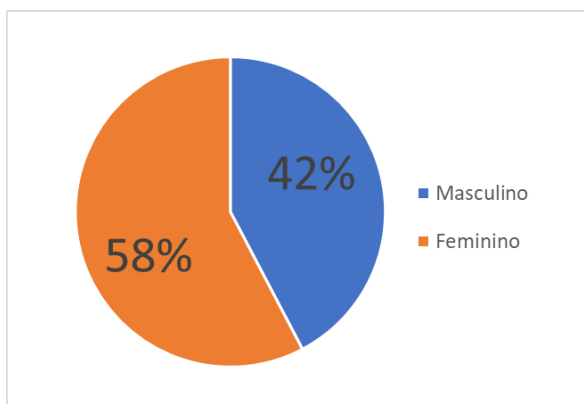


Figura 15. Porcentagem de homens e mulheres registrados

Fonte: Elaboração própria

Além disso, foi realizada uma análise comparativa da proporção de homens e mulheres em cada uma das unidades de atendimento do CRAS (Figura 16). Observando-se que, de maneira consistente, o número de mulheres registradas foi superior em todos os centros. Esse dado é significativo, pois sugere uma maior demanda por assistência social por parte da população feminina, o que pode estar relacionado a diversos fatores estruturais, como a responsabilidade pelo cuidado familiar, a desigualdade de gênero no acesso ao emprego formal ou a maior vulnerabilidade econômica enfrentada pelas mulheres.

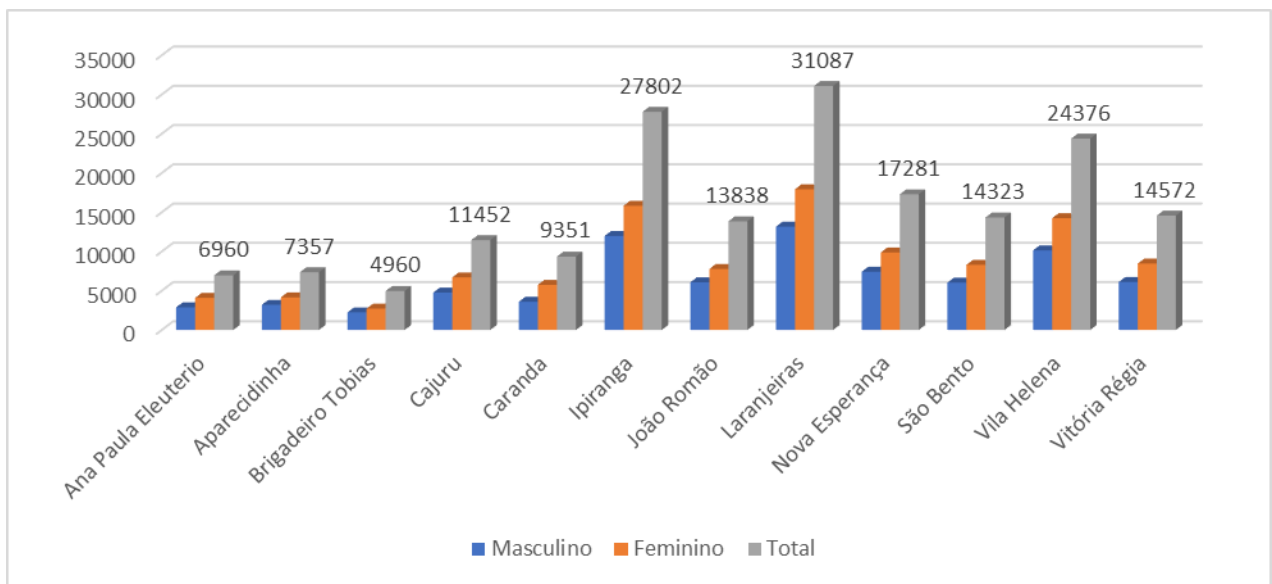


Figura 16. Número de homens e mulheres por unidade de cuidados

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que a faixa etária entre 7 e 15 anos é a predominante, com um total de 33.694 pessoas, seguida pelo grupo de 25 a 34 anos, que soma 24.842 registros (Ver Figura 17). Em terceiro lugar, encontram-se as crianças de 0 a 4 anos, totalizando 17.300 indivíduos.

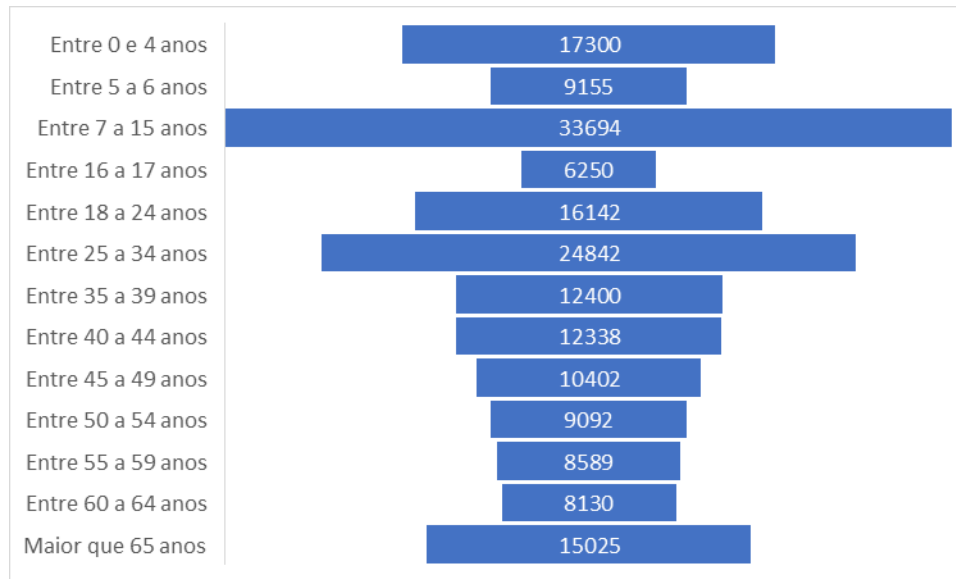


Figura 17. Total de pessoas por faixa etária no somatório de todos os CRAS.

Fonte: Elaboração própria

Se considerarmos um recorte etário que abranja desde recém-nascidos até jovens adultos de 34 anos, esse grupo corresponderia à maior parte da população registrada. Já o restante, composto por indivíduos entre 34 anos e mais de 65 anos, apresenta um total de 15.025 pessoas na faixa etária superior a 65 anos, sendo este o maior contingente dentro desse intervalo.

Esses dados refletem uma distribuição demográfica concentrada nos extremos etários, sugerindo que crianças, adolescentes e idosos podem ser os grupos mais vulneráveis, demandando maior atenção no desenvolvimento de políticas sociais e assistenciais (Figura 18).

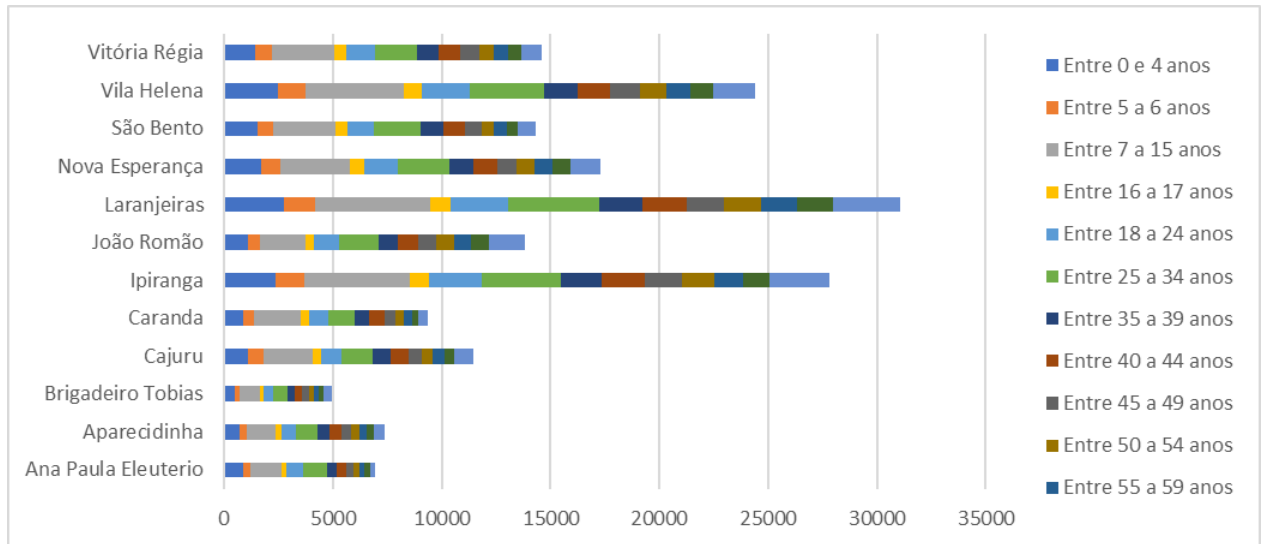


Figura 18. Distribuição de pessoas por faixa etária e unidade do CRAS.

Fonte: Elaboração própria

4.2 Identificação dos índices de vulnerabilidade

Para o caso hipotético, foram consideradas apenas as bases de dados com informações secundárias (ver Tabela 7). A seguir, foram identificadas e classificadas as dimensões, variáveis e possíveis condições detectadas com base nos dados fornecidos para os três tipos de vulnerabilidade: social, econômica e ambiental. Assim, a análise seguinte estará limitada às informações disponíveis, porém, o processo de implementação é replicável para a consideração de um maior volume de dados.

Tabela 7. Base de dados com informação sobre comunidades carentes.

Base de dados	Link
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama
Vigilância Socioassistencial (Albino, 2024)	https://www.vigilanciasocial.com.br/ https://repositorio.ufscar.br/handle/20.500.14289/20704

Fonte: Elaboração própria

4.3 Classificação e atribuição de pesos aos índices

Para a classificação das vulnerabilidades obteve-se as seguintes divisões (ver Tabela 8): (a) vulnerabilidade social (saúde, educação, acesso a serviços e infraestrutura) ;(b) vulnerabilidade econômica (renda, trabalho e qualidade do domicílio); (c) vulnerabilidade ambiental (análise de poluição no ar e qualidade ambiental).

Tabela 8. classificação de índices de vulnerabilidade

Vulnerabilidade	Dimensão
Social	Saúde
	Educação
	Acesso aos serviços
	Infraestrutura
Econômico	Renda
	Trabalho
	Domicílio
Ambiental	Poluição
	Qualidade ambiental

Fonte: Elaboração própria

Antes de realizar o processo de análise de vulnerabilidades para comunidades carentes, é importante estabelecer as prioridades de cada uma das vulnerabilidades, para que, a partir deles, seja possível calcular cada uma das dimensões e variáveis. Para realizar este trabalho, foi realizada a entrevista com um assistente social de umas das comunidades carentes que atribuiu nível de importância (ver Apêndice 5). As informações obtidas na entrevista são apresentadas na Tabela 9, referentes aos pesos obtidos pelo método SW, para cada tipo de vulnerabilidade.

Tabela 9. Priorização das vulnerabilidades.

Tipo de vulnerabilidade	Peso
Social	30%
Econômica	40%
Ambiental	30%
Total	100%

Fonte: Elaboração própria

Em seguida, devem ser considerados os pesos para cada tipo de vulnerabilidade, utilizando o método SW para as dimensões.

4.3.1 Vulnerabilidade social

Na análise de vulnerabilidade social, foram estabelecidas quatro dimensões principais: Saúde, Educação, Acesso aos serviços e Infraestrutura. Cada uma dessas dimensões foi composta por indicadores específicos capazes de refletir diferentes aspectos da realidade das comunidades analisadas. Para determinar a importância relativa de cada dimensão no cálculo do IVC, aplicou-se o método SW, que consiste em atribuir pesos a partir da comparação dos ganhos potenciais quando um critério passa de sua pior condição para a melhor condição possível.

Nesse processo, foram apresentadas situações hipotéticas nas quais cada dimensão variava isoladamente de seu pior para seu melhor desempenho, permitindo que o avaliador identificasse quais mudanças trariam maior impacto sobre a redução da vulnerabilidade. Assim, foram definidos critérios de diferença que guiaram a priorização: por exemplo, melhorias na dimensão Saúde foram avaliadas como tendo maior efeito direto na qualidade de vida das famílias do que variações equivalentes em Infraestrutura, enquanto Educação e Acesso aos serviços mostraram-se intermediários, mas ainda com papel central na mitigação das desigualdades.

Com base nessas comparações, foi possível construir uma escala de pesos relativos, na qual cada dimensão recebeu um valor proporcional à sua contribuição percebida para o agravamento ou redução da vulnerabilidade (ver na Tabela 10).

Tabela 10. Peso dimensões de vulnerabilidade social

Vulnerabilidade social	
Dimensões	Avaliação
Saúde	30%
Educação	30%
Acesso aos serviços	20%
Infraestrutura	20%

Fonte: Elaboração própria

Para cada dimensão definida, a seleção de variáveis mensuradoras foi condicionada pela disponibilidade e qualidade dos dados secundários, o que levou a uma estrutura diferenciada entre elas. Assim, nas dimensões Saúde, Educação e Infraestrutura, foi possível trabalhar com apenas uma variável representativa cada: respectivamente, Doenças de longa duração, Presença escolar e Existência de calçamento em frente ao domicílio. Já a dimensão Acesso aos serviços apresentou maior detalhamento, sendo composta por três variáveis mensuradoras: Acesso à água potável, Regularidade no fornecimento de água e Disponibilidade de iluminação pública.

Com o objetivo de captar a importância relativa dessas variáveis, foram estabelecidos pesos específicos em uma escala de 0 a 100, os quais expressavam o grau de impacto de cada variável dentro de sua dimensão correspondente. Além disso, para cada variável foram definidas as possíveis condições em uma escala contínua de 0 a 10, representando 0 como um nível mínimo de vulnerabilidade e 10 representa o máximo ou o impacto mais grave. Essa atribuição foi realizada com o apoio de tomadores de decisão vinculados à rede dos CRAS, cujos julgamentos permitiram alinhar o modelo analítico à percepção prática da realidade territorial.

Dessa forma, a modelagem possibilitou não apenas ponderar a influência relativa das dimensões e variáveis, mas também traduzir em valores mensuráveis as condições reais das comunidades, assegurando que as diferenças de vulnerabilidade fossem captadas de maneira comparativa e transparente. Esse procedimento está detalhado na Tabela 11, que sintetiza os pesos atribuídos e as escalas definidas para cada variável analisada.

Tabela 11. Índices de vulnerabilidade social

Dimensão (%)	Variável (%)	Possíveis Condições	Avaliação
Saúde (30)	Doenças (30)	Cegueira	6
		Baixa visão	7
		Surdez severa/profunda	7
		Surdez leve/moderada	7
		Deficiência física	7
		Deficiência mental ou intelectual	10
		Síndrome de Down	9
		Transtorno/doença mental	10
Educação (30)	Presença (30)	Sim, rede pública	7
		Sim, rede particular	6
		Não, já frequentou	8
		Nunca frequentou	8
Acesso aos serviços (20)	Água potável (10)	Sim	1
		Não	10
	Fornecimento de água (5)	Rede geral de distribuição	6
		Poço ou nascente	8
		Cisterna	9
	Iluminação (5)	Outra forma	10
		Elétrica com medidor próprio	1
		Elétrica com medidor comunitário	5
		Elétrica sem medidor	3
		Óleo, querosene ou gás	3
Infraestrutura (20)	Calçamento em frente ao seu domicílio (20)	Vela	8
		Outra forma	1
		Total	1
		Parcial	6
		Não existe	10

Fonte: Elaboração própria;

4.3.2 Vulnerabilidade econômica

Na análise da vulnerabilidade econômica, foram consideradas três dimensões principais: Renda, Trabalho e Domicílio. Cada uma delas reflete aspectos estruturais diretamente relacionados às condições de sobrevivência e estabilidade financeira das famílias atendidas pelos CRAS. Para estas três dimensões, foram atribuídos pesos relativos que expressam sua contribuição para o índice de vulnerabilidade econômica pelo julgamento do tomador de decisão (Tabela 12).

Tabela 12. Peso dimensões de vulnerabilidade econômica

Vulnerabilidade econômica	
Dimensões	Avaliação
Renda	40%
Trabalho	30%
Domicílio	30%

Fonte: Elaboração própria

Seguindo o mesmo procedimento realizado nos indicadores de vulnerabilidade social, as variáveis que compõem cada dimensão da vulnerabilidade econômica foram avaliadas segundo uma escala contínua de desempenho, permitindo captar diferentes graus de precariedade ou estabilidade. Essa estrutura assegura que o modelo considere simultaneamente a carência de renda, a instabilidade no mercado de trabalho e as limitações nas condições domiciliares, compondo um retrato mais abrangente da vulnerabilidade econômica enfrentada pelas comunidades analisadas. Obteve-se a tabela a seguir, apresentando as dimensões, variáveis, situações possíveis e a avaliação de cada uma delas (Tabela 13).

Tabela 13. Índices de vulnerabilidade econômica

Dimensão (%)	Variável (%)	Possíveis condições	Avaliação
Renda (40)	Lucro (40)	Ate R\$89,00	10
		Entre R\$89,01 ate R\$178,00	9
		Entre R\$178,01 ate 1/2 S.M.	8
		Acima de 1/2 S,M,	7
Trabalho (30)	Empregado (30)	Sim	3
		Procurando	6
		Não	10
Domicílio (30)	Espécie do domicílio (3)	Urbana	6
		Rural	8
	Situação do domicílio (18)	Particular Permanente	4
		Particular Improvisado	6
	Número de Cômodos (9)	Coletivo	9
		1	4
2		5	
3		6	
	4	7	
	5	8	
	6	9	

>6

10

Fonte: Elaboração própria

4.3.3 Vulnerabilidade Ambiental

Na análise de vulnerabilidade ambiental, no caso da dimensão de poluição, a variável adotada foi a concentração de material particulado fino (MP2,5) - um dos poluentes atmosféricos mais críticos devido aos seus efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente. Conforme apresentado no trabalho de Albino (2024), essa variável foi estimada por meio da combinação de diferentes inventários de emissão, incluindo dados provenientes da agricultura e da indústria (EDGAR), transporte (BRAVES), queima de biomassa (FINN) e emissões biogênicas (MEGAN). Essa abordagem integrada permitiu obter uma estimativa mais precisa das concentrações de MP2,5, alinhada aos dados reais de monitoramento ambiental disponíveis para a região estudada.

A segunda dimensão, qualidade ambiental, foi representada por indicadores relacionados à gestão de resíduos sólidos e ao escoamento sanitário, refletindo aspectos estruturais da infraestrutura urbana. Ambas as dimensões tiveram o mesmo peso (ver Tabela 14).

Tabela 14. Peso dimensões de vulnerabilidade ambiental

Vulnerabilidade ambiental	
Dimensões	Avaliação
Poluição	50%
Qualidade ambiental	50%

Fonte: Elaboração própria

Seguindo o mesmo procedimento realizado nos indicadores de vulnerabilidade social e econômica, obteve-se a tabela a seguir, apresentando as dimensões, variáveis, situações possíveis e a avaliação de cada uma delas (Tabela 15).

Tabela 15. Índices de vulnerabilidade ambiental

Dimensão (%)	Variável (%)	Possíveis Condições	Avaliação
Poluição (50)	Material particulado* (50)	N/A	N/A
		Rede coletora de esgoto ou pluvial	5
Qualidade ambiental (50)	Escoamento sanitário (30)	Fossa séptica	9
		Fossa rudimentar	10
		Vala a céu aberto	10
		Direto para um rio, lago ou mar	10
		Outra forma	10
	Lixo (20)	É coletado diretamente	5
		É coletado indiretamente	7
		É queimado ou enterrado na propriedade	10
		É jogado em terreno baldio ou logradouro (rua, avenida, etc.)	10
		É jogado em rio ou mar	10
	Tem outro destino	10	

Observação: os valores nas colunas de dimensão e variável são pesos absolutos; (*) A análise foi realizada no software Qgis.

Fonte: Elaboração própria

4.4 Cálculo dos índices de vulnerabilidade

Utilizando os pesos descritos nas Tabela 11, Tabela 13 e Tabela 15 e os dados relativos ao número de pessoas atribuídas a cada situação estabelecida, foi possível calcular a vulnerabilidade social, econômica e ambiental de cada CRAS.

Com base no IVS, a Tabela 16 apresenta um exemplo de cálculo para um dado CRAS. O exemplo é referente ao CRAS Ana Paula Eleutério (Habiteto) na dimensão de Saúde, que possui um peso relativo de 0,09, equivalente a aproximadamente 30% da composição do IVS (Nota: O IVS é composto por várias dimensões – ver Tabela 11). Nesta dimensão foi considerada a variável Doenças, composta por oito possíveis condições de saúde, cada uma associada a uma avaliação em escala contínua (de 0 a 10) e ao número de pessoas que apresentam tal condição.

Observa-se que as maiores concentrações estão relacionadas à deficiência física (194 pessoas), deficiência mental ou intelectual (107 pessoas) e transtorno/doença mental (73 pessoas), que, além de elevados em número absoluto, receberam avaliações altas (7 a 10), refletindo maior gravidade no impacto sobre a vulnerabilidade. No total, o CRAS registrou 505 pessoas afetadas por algum tipo de doença ou deficiência, dentro de um universo de 22.494 indivíduos considerados

na variável, evidenciando o peso significativo dessa dimensão para o perfil de vulnerabilidade local.

Tabela 16. Cálculo da vulnerabilidade social da variável doenças no CRAS Ana Paula Eleuterio

Variável (x)	Peso (p _j)	Possíveis Condições (m _j)	Avaliação (S _{ij})	N. pessoas (n _{ij})
Doenças	0,09	Cegueira	6	15
		Baixa visão	7	74
		Surdez severa/profunda	7	14
		Surdez leve/moderada	7	15
		Deficiência física	7	194
		Deficiência mental ou intelectual	10	107
		Síndrome de Down	9	13
		Transtorno/doença mental	10	73
		Total		505

Fonte: Elaboração própria

O cálculo da dimensão IVS-S (Ana Paula Eleuterio) é apresentado a seguir, considerando a equação 1 e que os pesos do índice já incorporam os valores relativos das dimensões e tipo de vulnerabilidade.

Dimensão Doenças:

$$= \frac{(6 \times 15) + (7 \times 74) + (7 \times 14) + (7 \times 15) + (7 \times 94) + (10 \times 107) + (9 \times 13) + (10 \times 73)}{22494}$$

$$= \frac{4086}{22494} = 0,1816$$

valor ponderado = 0,1816 × 0,09 = **0,016 (primeira célula da Tabela 17).**

A Tabela 17 mostra como cada uma das unidades do CRAS se relaciona com as variáveis estudadas. A soma de todas elas resultaria no índice conforme indicado na equação 1, os maiores valores em cada variável e os obtidos no IVS estão destacados em vermelho. Este procedimento foi repetido para os demais índices de vulnerabilidade.

Tabela 17. Cálculo do IVS

Unidade CRAS	IVS-S	IVS-E	IVS-AP	IVS-FA	IVS-AI	IVS-IF	IVS
Ana Paula Eleuterio	0,016	0,026	0,001	0,003	0,001	0,003	0,051
Aparecida	0,031	0,028	0,001	0,004	0,001	0,004	0,069
Brigadeiro Tobias	0,019	0,019	0,001	0,002	0,001	0,007	0,049
Cajuru	0,041	0,043	0,002	0,006	0,001	0,005	0,097
Carandá	0,036	0,035	0,002	0,005	0,001	0,004	0,082
Ipiranga	0,116	0,105	0,005	0,014	0,003	0,011	0,253
João Romão	0,085	0,052	0,002	0,007	0,002	0,005	0,154
Laranjeiras	0,145	0,117	0,005	0,016	0,004	0,011	0,299
Nova Esperança	0,069	0,065	0,003	0,009	0,002	0,008	0,156
São Bento	0,043	0,054	0,002	0,007	0,001	0,005	0,112
Vila Helena	0,081	0,092	0,004	0,012	0,003	0,013	0,204
Vitória Régia	0,052	0,055	0,003	0,007	0,002	0,006	0,125

Fonte: Elaboração própria

IVS= Índice de vulnerabilidade social; IVS-S= IVS-Saúde; IVS-E= IVS-Educação; IVS-AP= IVS- Água Potável; IVS-FA= IVS- Fornecimento de água; IVS-I=IVS-Iluminação; IVS-IF=IVS-Infraestrutura.

O CRAS com maior vulnerabilidade social corresponde ao de Laranjeiras com valor de 0,299 (0,145 + 0,117 + 0,005 + 0,016 + 0,004 + 0,011), seguido do Ipiranga com 0,253 e Vila Helena com 0,204; e os menores em Brigadeiro Tobias e Ana Paula Eleuterio com 0,049 e 0,051 respectivamente. Sua distribuição pode ser observada na Figura 19.

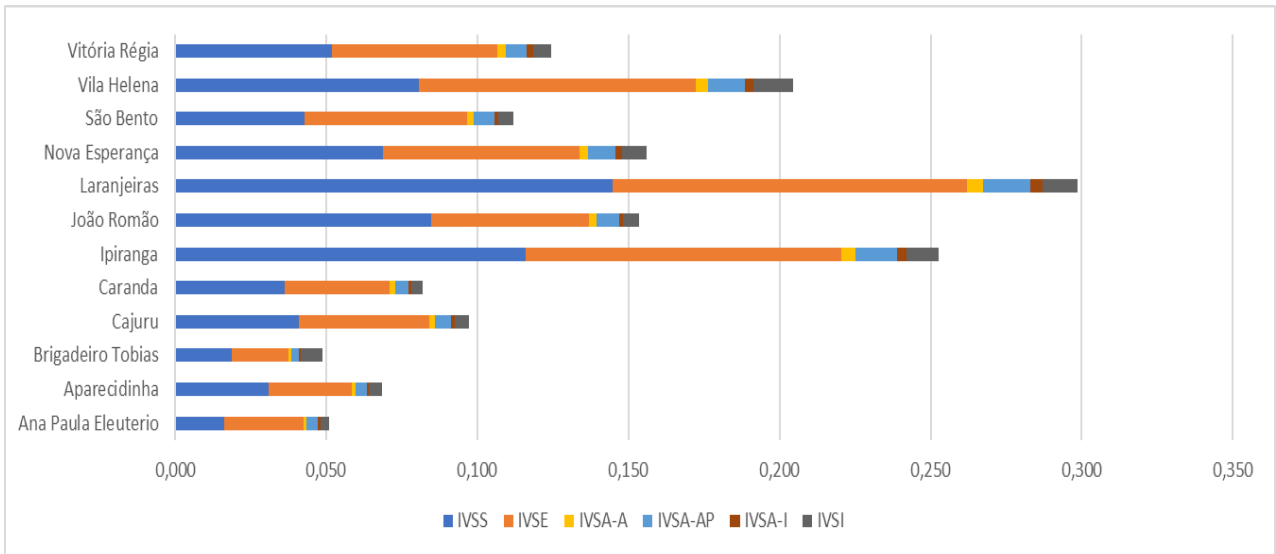


Figura 19. Distribuição do IVS
Fonte: Elaboração própria

A Tabela 18 mostra o índice de vulnerabilidade econômica (IVE) para cada unidade do CRAS.

Tabela 18. Cálculo do IVE

Unidade CRAS	IVE-R	IVE-ED	IVE-SD	IVE-C	IVE-T	IVE
Ana Paula Eleuterio	0,053	0,003	0,012	0,009	0,032	0,108
Aparecidinha	0,054	0,003	0,013	0,010	0,031	0,110
Brigadeiro Tobias	0,036	0,002	0,009	0,006	0,024	0,077
Cajuru	0,080	0,004	0,020	0,015	0,046	0,166
Carandá	0,065	0,004	0,015	0,014	0,037	0,136
Ipiranga	0,217	0,011	0,048	0,039	0,137	0,452
João Romão	0,112	0,006	0,027	0,020	0,072	0,238
Laranjeiras	0,232	0,012	0,055	0,044	0,160	0,502
Nova Esperança	0,132	0,007	0,031	0,024	0,075	0,268
São Bento	0,101	0,005	0,024	0,019	0,060	0,210
Vila Helena	0,180	0,009	0,041	0,033	0,113	0,376
Vitória Régia	0,101	0,005	0,024	0,019	0,062	0,211

Fonte: Elaboração própria

IVE= Índice de vulnerabilidade econômica; IVE-R= IVE-Renda; IVE-ED= IVE- Espécie do domicílio; IVE-SD= IVE- Situação do domicílio; IVE-C= IVE- Número de Cômodos; IVE-T= IVE-Trabalho.

Da Tabela 18 pode-se concluir que o CRAS com maior vulnerabilidade econômica corresponde ao de Laranjeiras, seguido do Ipiranga com 0,452 e Vila Helena com 0,376; e os menores em Brigadeiro Tobias e Ana Paula Eleuterio com 0,077 e 0,108 respectivamente. Sua distribuição pode ser observada na Figura 20.

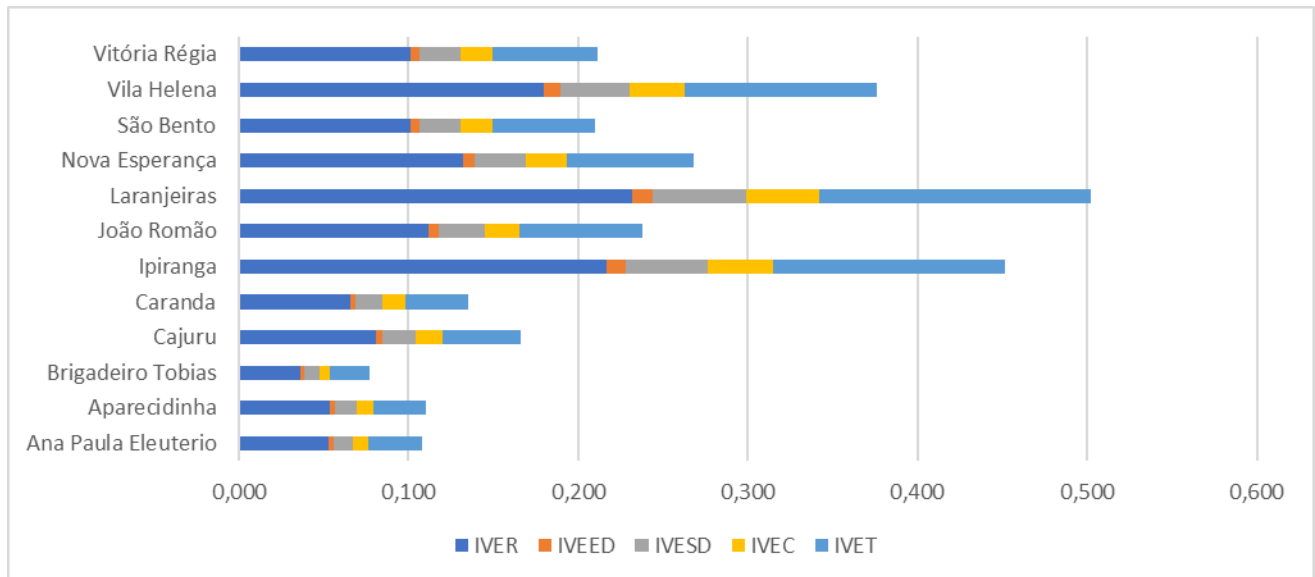


Figura 20. Distribuição do IVE

Da mesma forma, a Tabela 19 mostra índice de vulnerabilidade ambiental (IVA).

Tabela 19. Cálculo do IVA

Unidade CRAS	IVA-M	IVA-S	IVA-L	IVA
Ana Paula Eleuterio	0,631	0,018	0,012	0,660
Aparecidinha	0,721	0,018	0,012	0,751
Brigadeiro Tobias	0,711	0,014	0,008	0,733
Cajuru	0,702	0,028	0,018	0,748
Carandá	0,723	0,023	0,015	0,761
Ipiranga	0,754	0,069	0,045	0,868
João Romão	0,760	0,037	0,024	0,821
Laranjeiras	0,752	0,078	0,052	0,883
Nova Esperança	0,774	0,045	0,030	0,849
São Bento	0,702	0,034	0,023	0,758
Vila Helena	0,723	0,062	0,040	0,826
Vitória Régia	0,787	0,036	0,023	0,846

Fonte: Elaboração própria

IVA= Índice de vulnerabilidade ambiental; IVA-M= IVA-Material particulado; IVA-S= IVA-Escoamento sanitário; IVA-L= IVA-Lixo.

Da Tabela 19, pode-se concluir que o CRAS com maior vulnerabilidade ambiental corresponderia ao de Laranjeiras com valor de 0,883, seguido do Ipiranga com 0,868 e Nova Esperança 0,849; e os menores em Brigadeiro Tobias e Cajuru com 0,733 e 0,748 respectivamente. Sua distribuição pode ser observada na Figura 21.

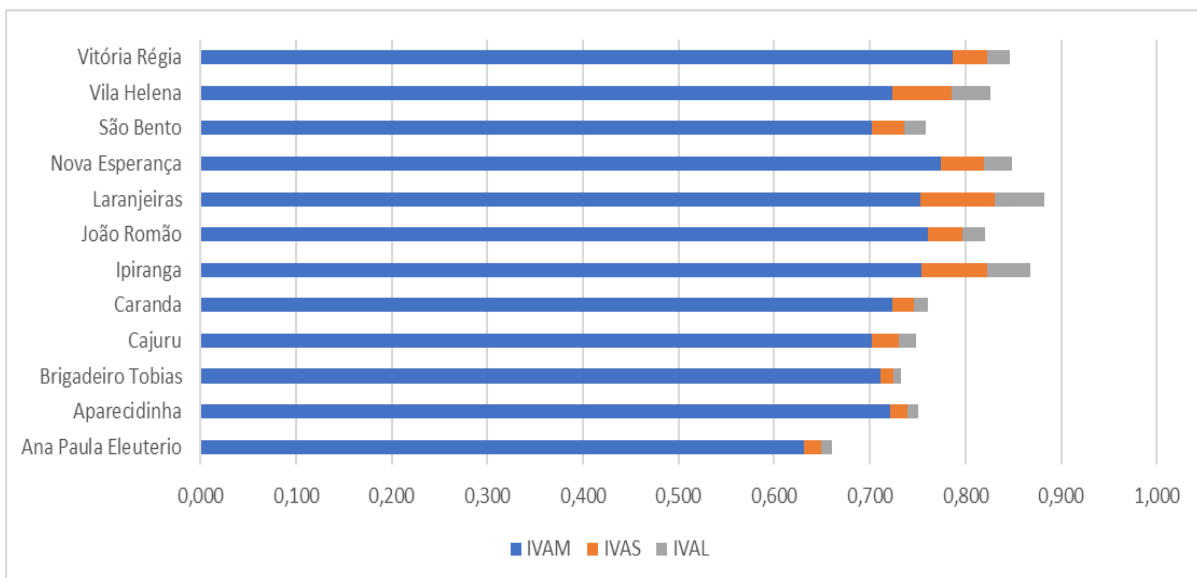


Figura 21. Distribuição do IVA

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 20 mostra o índice de vulnerabilidade composto (IVC), calculado a partir dos índices IVS, IVE e IVA, usando a Equação (2). Laranjeiras é o CRAS com maior índice de vulnerabilidade.

Tabela 20. Cálculo do IVC

Unidade	IVS	IVE	IVA	IVC
Ana Paula Eleuterio	0,051	0,108	0,66	0,819
Aparecida	0,069	0,11	0,751	0,93
Brigadeiro Tobias	0,049	0,077	0,733	0,859
Cajuru	0,097	0,166	0,748	1,012
Carandá	0,082	0,136	0,761	0,979
Ipiranga	0,253	0,452	0,868	1,573
João Romão	0,154	0,238	0,821	1,212
Laranjeiras	0,299	0,502	0,883	1,684
Nova Esperança	0,156	0,268	0,849	1,273
São Bento	0,112	0,21	0,758	1,08
Vila Helena	0,204	0,376	0,826	1,406
Vitória Régia	0,125	0,211	0,846	1,182

Fonte: Elaboração própria

4.5 Visualização dos índices por meio de SIG

A partir dos dados obtidos sobre a ponderação de cada tipo de vulnerabilidade (social, econômica e ambiental) e sua integração em um indicador composto, foram desenvolvidos mapas temáticos no QGIS. Esses mapas representam, por meio de cinco categorias, os diferentes níveis de vulnerabilidade presentes em cada CRAS, permitindo uma visualização da distribuição espacial dos indicadores analisados.

4.5.1 Mapa de vulnerabilidade social

Este mapa apresenta a distribuição espacial da vulnerabilidade social no município de Sorocaba, com base em um conjunto de variáveis relacionadas à saúde, educação, acesso a serviços públicos e infraestrutura urbana. Embora todas as regiões analisadas apresentem algum nível de vulnerabilidade, os dados permitem distinguir diferentes graus de intensidade. Observa-se que os territórios atendidos pelos CRAS Laranjeiras e Ipiranga concentram os níveis mais elevados de vulnerabilidade social, o que pode indicar maior precariedade nas condições de vida, acesso limitado a serviços essenciais e maior exposição a vulnerabilidades sociais. Por outro lado, regiões como Carandá, Habiteto, Cajuru, Aparecidinha e Brigadeiro Tobias apresentam indicadores relativamente mais baixos, embora ainda requeiram atenção e acompanhamento. A análise por níveis permite visualizar graficamente as desigualdades existentes entre os territórios e serve como subsídio fundamental para a definição de prioridades na formulação e implementação de políticas públicas mais equitativas e direcionadas às realidades locais (ver Figura 22).

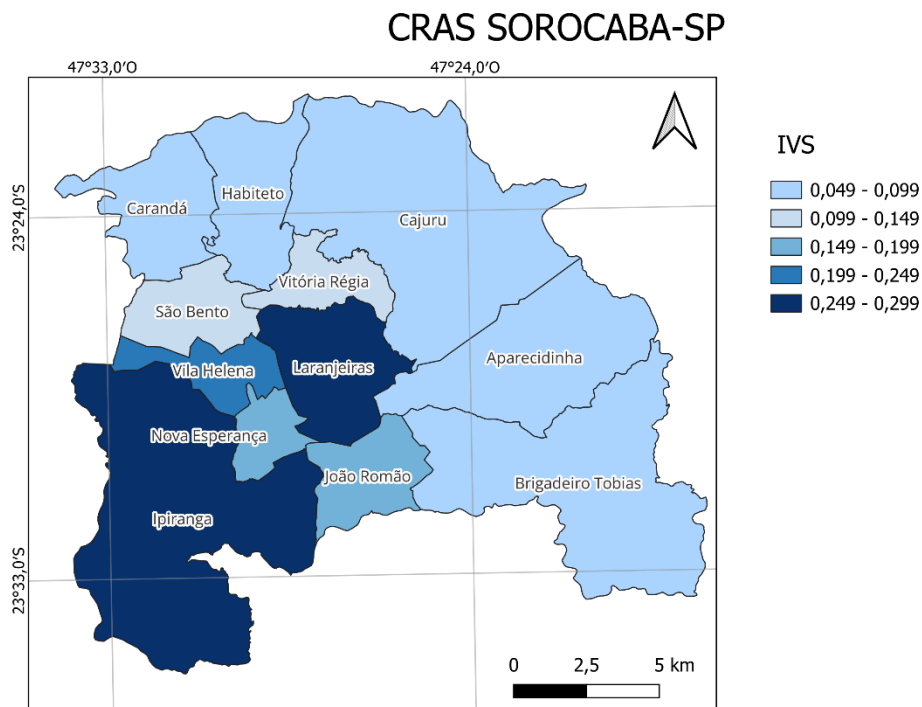


Figura 22. Mapa IVS

Fonte: Elaboração própria

4.5.2 Mapa de vulnerabilidade econômica

O mapa apresentado representa a distribuição da vulnerabilidade econômica nos territórios atendidos pelos CRAS de Sorocaba, considerando indicadores como a renda domiciliar, o acesso a recursos financeiros formais e as condições habitacionais. Embora toda a área analisada esteja inserida em um contexto de fragilidade socioeconômica, o mapa permite identificar zonas com maior intensidade desse tipo de vulnerabilidade. Os resultados revelam que as regiões de Laranjeiras, Vila Helena e Ipiranga concentram os valores mais elevados de vulnerabilidade econômica, sinalizando possíveis limitações no acesso ao trabalho formal, instabilidade de renda e maior dependência de políticas de assistência. Essas características indicam a necessidade de iniciativas específicas voltadas à inclusão produtiva, qualificação profissional e fortalecimento de redes de apoio econômico nessas localidades. Por outro lado, áreas como Carandá, Cajuru e Brigadeiro Tobias apresentaram níveis relativamente mais baixos, o que pode refletir uma condição um pouco mais estável, ainda que não isenta de desafios. A análise comparativa entre os territórios auxilia na priorização de ações e na construção de estratégias mais alinhadas às realidades locais (Ver Figura 23).

CRAS SOROCABA-SP

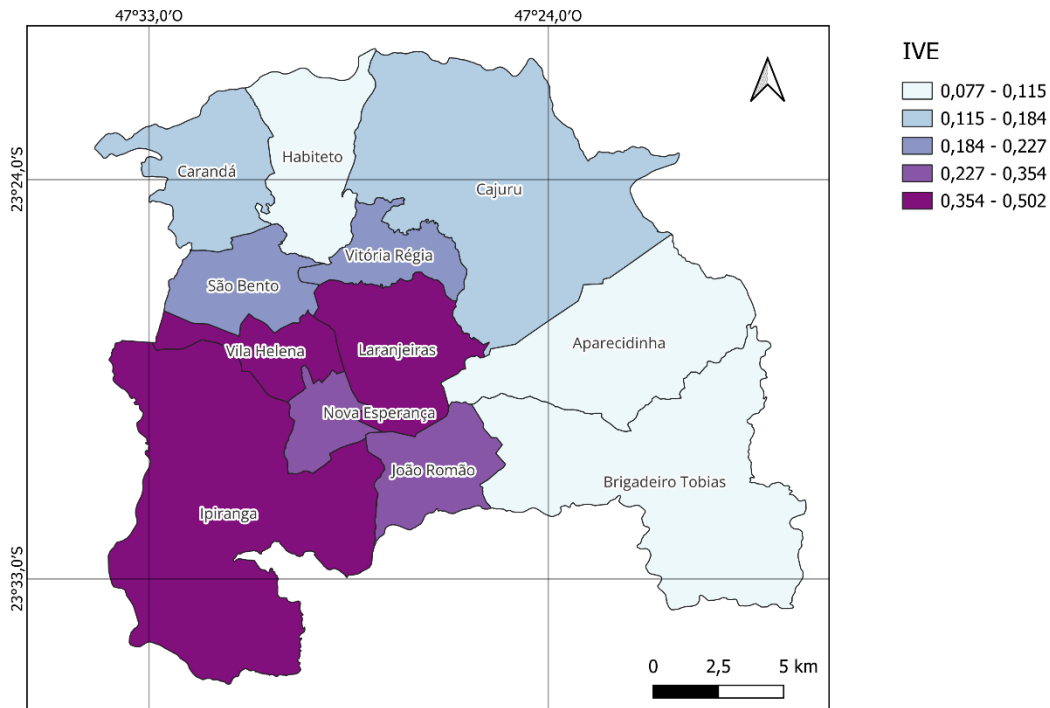


Figura 23. Mapa IVE
Fonte: Elaboração própria

4.5.3 Mapa de vulnerabilidade ambiental

O mapa apresentado retrata a distribuição da vulnerabilidade ambiental nas regiões atendidas pelos CRAS de Sorocaba, com base em indicadores como a presença de poluição atmosférica (em especial material particulado) e a qualidade ambiental relacionada ao escoamento sanitário e à gestão de resíduos sólidos. Ainda que todos os territórios apresentem algum nível de exposição a riscos ambientais, os resultados evidenciam que os maiores índices de vulnerabilidade ambiental se concentram nas regiões de Laranjeiras, Ipiranga, Nova Esperança e Vitória Régia. Esses territórios, possivelmente impactados por deficiências na infraestrutura de saneamento e maior exposição a agentes poluentes, requerem atenção diferenciada em ações de mitigação e políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade ambiental e das condições de saúde pública. Por outro lado, considerando os critérios avaliados, a região do Habiteto apresenta um dos níveis mais baixos de vulnerabilidade ambiental entre os territórios analisados. A análise reforça a importância de integrar questões ambientais nas estratégias de desenvolvimento social e territorial, principalmente em contextos já marcados por múltiplas dimensões de vulnerabilidade. (Ver Figura 24).

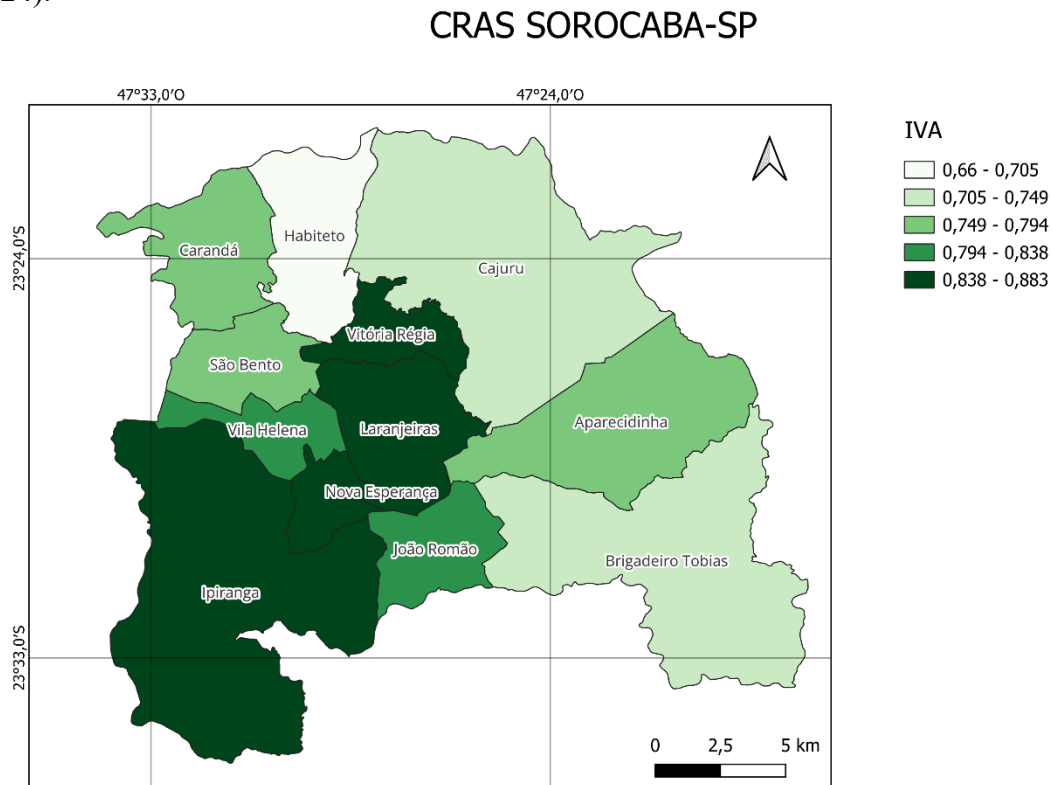


Figura 24. Mapa IVA

Fonte: Elaboração própria

4.5.4 Mapa de vulnerabilidade composta

O mapa do IVC oferece uma visão integrada das condições sociais, econômicas e ambientais dos territórios atendidos pelos CRAS de Sorocaba. Ao combinar essas três dimensões, é possível visualizar os territórios que enfrentam múltiplas desvantagens simultaneamente. Os resultados evidenciam que as regiões de Ipiranga, Vila Helena e Laranjeiras concentram os maiores níveis de vulnerabilidade composta, refletindo a sobreposição de fragilidades estruturais em diferentes aspectos da vida cotidiana como acesso precário a serviços públicos, baixa renda familiar e exposição a riscos ambientais. Esses territórios demandam ações prioritárias e intersetoriais, que articulem políticas sociais, econômicas e ambientais de maneira coordenada. Em contrapartida, áreas como Brigadeiro Tobias, Aparecidinha e Habiteto apresentaram os menores valores de IVC, sugerindo um quadro relativamente mais equilibrado, ainda que não livre de desafios. A análise integrada permite avançar na identificação de territórios que necessitam de maior atenção por parte do poder público, contribuindo para o planejamento mais eficaz e justo de políticas de alocação de recursos (Ver Figura 25).

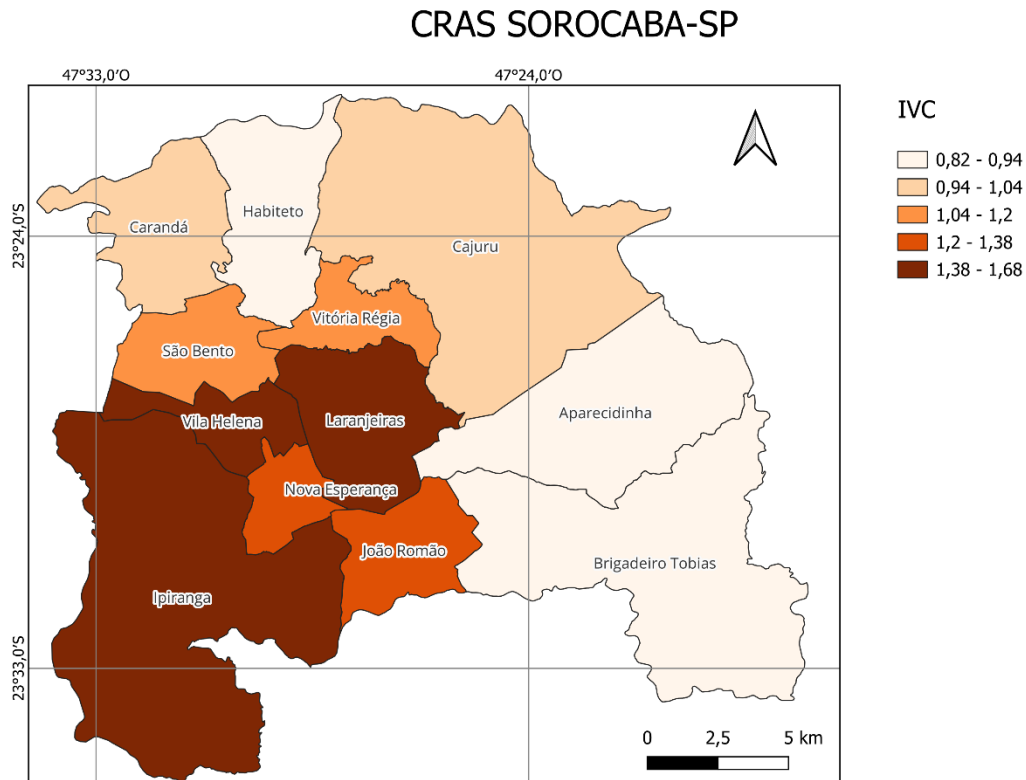


Figura 25. Mapa IVC

Fonte: Elaboração própria

Os cálculos realizados para a construção do índice composto e a atribuição de pesos às dimensões forneceram os insumos necessários para a etapa de alocação de recursos. Os mapas, por sua vez, serviram apenas como ferramenta de visualização desses resultados, permitindo comparar espacialmente as vulnerabilidades entre os territórios.

4.6 Avaliação dos critérios

Com base nas entrevistas realizadas com um tomador de decisão atuante na rede dos CRAS de Sorocaba, foram atribuídos valores de impacto relativos a cinco categorias de recursos públicos: infraestrutura básica, infraestrutura viária, saúde, emprego e educação. Esses valores expressam tanto os custos estimados para intervenções quanto o grau de prioridade percebido, variando em uma escala linear de 0 a 100, onde 0 representa a condição atual (status quo) e 100 corresponde ao nível máximo de melhoria desejado (método Swing Weighting). Dessa forma, cada pontuação reflete a intensidade da necessidade de aprimoramento de um serviço em relação aos demais.

Os resultados mostraram que todos os serviços demandam algum nível de melhoria, embora com diferentes intensidades. Por exemplo, na região de Carandá, o critério “Emprego” recebeu a pontuação máxima (100), evidenciando que a expansão de iniciativas nessa área seria altamente benéfica para a comunidade local (Ver Tabela 21). Em contraste, a “infraestrutura básica” obteve pontuação 20, indicando menor urgência relativa de intervenção nesse recurso específico.

A avaliação seguiu três princípios metodológicos: (i) utilização de uma escala intervalar, permitindo comparar ganhos relativos entre serviços em cada CRAS; (ii) separação regional da análise, garantindo que os benefícios fossem avaliados de forma independente para cada território vulnerável; e (iii) adoção de funções de valor lineares, com limites fixos (0–100) para cada serviço em cada CRAS, assegurando consistência no processo de agregação posterior.

Tabela 21. Comparação de valor

CRAS	Situação atual	Custos (reais)	I. básica	I. viária	Saúde	Emprego	Educação
Brigadeiro Tobias	(CRAS 1)	52 mil	95	100	85	90	80
João Romão	(CRAS 1)	52 mil	20	30	100	60	50
Carandá	(CRAS 1)	52 mil	20	30	90	100	80
Aparecidinha	(CRAS 1)	52 mil	40	10	80	90	100
Cajuru	(CRAS 1)	52 mil	40	50	90	100	80
Habiteto	(CRAS 1)	52 mil	20	20	100	80	90
São Bento	(CRAS 1)	52 mil	60	70	80	100	90
Vitória Régia	(CRAS 2)	61 mil	75	20	80	90	100
Nova Esperança	(CRAS 2)	61 mil	85	30	92	100	95
Vila Helena	(CRAS 3)	65 mil	60	70	90	85	100
Ipiranga	(CRAS 3)	65 mil	30	40	100	92	98
Laranjeiras	(CRAS 3)	65 mil	50	40	97	90	100

Observação: CRAS 1: Capacidade para atender até 2.500 famílias; CRAS 2: Capacidade para atender até 3.500 famílias; CRAS 3: Capacidade para atender até 5.000 famílias.

Fonte: Elaboração própria

De maneira geral, observa-se que as áreas de saúde, educação e emprego concentram os maiores escores médios de impacto, indicando que intervenções nesses setores são percebidas como mais urgentes ou com maior potencial transformador nas comunidades avaliadas. Por exemplo, o CRAS João Romão recebeu nota máxima (100) para o recurso saúde, enquanto o Carandá foi mais valorizado na dimensão de emprego. Já o Brigadeiro Tobias apresentou alta pontuação de forma mais equilibrada entre todos os recursos, destacando-se em infraestrutura viária (100), saúde (85) e emprego (90). Por outro lado, os recursos de infraestrutura viária apresentaram grande variação entre os CRAS, sugerindo diferentes níveis de carência ou prioridade atribuída a esse aspecto.

Esses resultados serão integrados ao modelo de análise multicritério no software VISA, a fim de gerar uma priorização técnica das intervenções, considerando as necessidades locais, os custos e os impactos esperados. Essa análise será posteriormente acompanhada de um teste de

sensibilidade, para verificar a robustez das decisões frente a possíveis variações nos valores atribuídos.

4.7 Incorporação do critério de vulnerabilidade na alocação de recursos

Para garantir a coerência e validade dos pesos atribuídos aos critérios utilizados na análise, foi conduzido um procedimento de ranqueamento no Bloco 3 da entrevista aplicada ao tomador de decisão. Esse ranking refletiu a ordem de importância relativa entre os diferentes critérios de avaliação, incluindo o IVC. A partir desse ordenamento, foram calculados os valores atribuídos a cada critério e subcritério utilizando o método Rank-Sum (RS), o qual distribui os pesos proporcionalmente com base na posição ocupada por cada critério no ranking (Ver Tabela 22). Essa abordagem permite transformar uma avaliação qualitativa em valores numéricos consistentes com as preferências expressas pelo decisor, assegurando transparência e rastreabilidade no processo de ponderação adotado no modelo.

Tabela 22. Ranking de critérios

Crítérios	Ranking	RS
Custo de investimento/manutenção	2	0,333
Vulnerabilidades	1	0,5
Benefícios (Serviços)	3	0,167
Subcritérios	Ranking	RS
Infraestrutura básica	1	0,333
Infraestrutura viária	5	0,067
Assistência à Saúde	2	0,267
Empregabilidade na região	4	0,133
Educação	3	0,200

Fonte: Elaboração própria

Na presente etapa, esse índice foi integrado como um dos critérios no processo de análise multicritério, por meio do software VISA (Ver Figura 26). Essa integração permitiu avaliar de forma mais estratégica a priorização territorial, considerando a intensidade acumulada das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais.

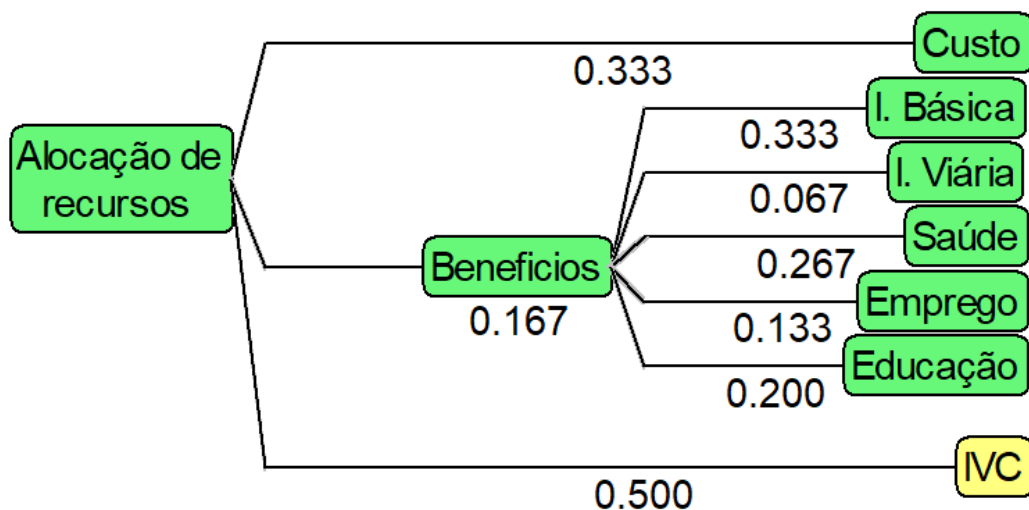


Figura 26. Árvore de valor.

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 23 incorpora a função de valor do IVC para cada CRAS, a partir da normalização dos valores calculados.

Tabela 23. Integração dos recursos e da vulnerabilidade no modelo de decisão

CRAS	Custos (reais)	I. básica	I. viária	Saúde	Emprego	Educação	CRAS	Vulnerabilidade
Brigadeiro Tobias	52 mil	95	100	85	90	80	Brigadeiro Tobias	85
João Romão	52 mil	20	30	100	60	50	João Romão	121
Carandá	52 mil	20	30	90	100	80	Carandá	97
Aparecidinha	52 mil	40	10	80	90	100	Aparecidinha	93
Cajuru	52 mil	40	50	90	100	80	Cajuru	101
Habiteto	52 mil	20	20	100	80	90	Habiteto	81
São Bento	52 mil	60	70	80	100	90	São Bento	108
Vitória Régia	61 mil	75	20	80	90	100	Vitória Régia	118

Nova Esperança	61 mil	85	30	92	100	95	Nova Esperança	127
Vila Helena	65 mil	60	70	90	85	100	Vila Helena	140
Ipiranga	65 mil	30	40	100	92	98	Ipiranga	157
Laranjeiras	65 mil	50	40	97	90	100	Laranjeiras	168

Fonte: Elaboração própria

Os resultados obtidos por meio do software VISA apresentam uma pontuação atribuída a cada território, com base na integração do IVC e dos demais critérios definidos na metodologia. A pontuação mais alta foi atribuída ao território de Laranjeiras (score = 62), seguido por Ipiranga (55) e João Romão (51), indicando que, segundo o modelo multicritério, essas regiões deveriam receber prioridade na alocação de recursos públicos (Ver Figura 27).

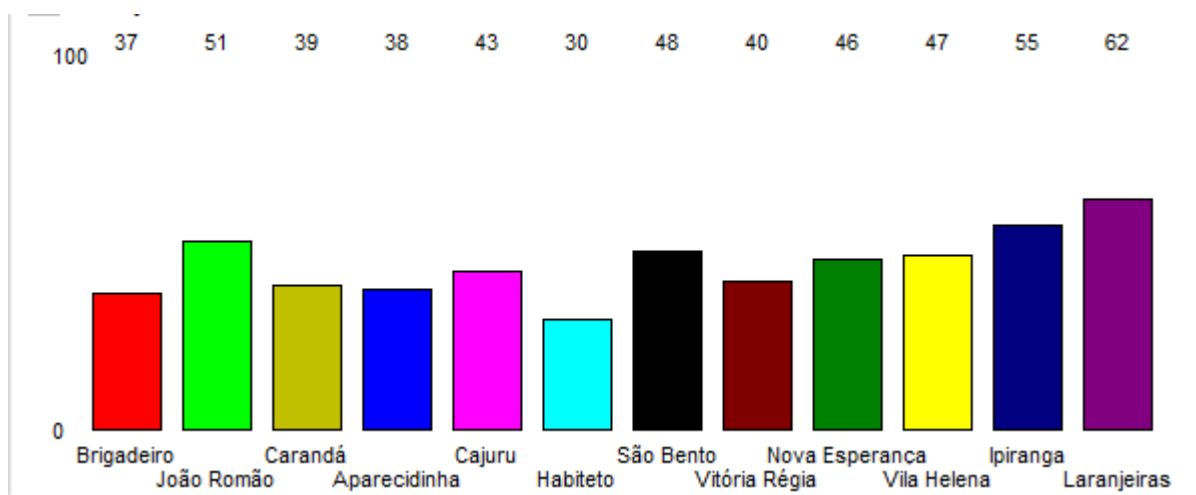


Figura 27. Resultados da alocação de recursos com VISA

Fonte: Elaboração própria

No entanto, ao comparar esses resultados com os valores do IVC discutidos na Seção 4.5.4, observa-se uma diferença relevante: embora Laranjeiras e Ipiranga coincidam entre os mais vulneráveis e bem posicionados no ranking de alocação, outros territórios altamente vulneráveis, como Vila Helena (IVC = 140, score = 47) e Nova Esperança (IVC = 127, score = 46), aparecem apenas em posições intermediárias. Por outro lado, áreas como Aparecidinha (IVC = 93, score = 40) e Brigadeiro Tobias (IVC = 85, score = 37), que apresentaram níveis mais baixos de vulnerabilidade composta, ainda se mantêm entre as últimas colocações na priorização de recursos.

Essa divergência evidencia o papel fundamental da análise multicritério em equilibrar múltiplos fatores além da vulnerabilidade, tais como os custos das intervenções, as preferências por recursos e a viabilidade de implementação, conforme levantado na entrevista com o tomador de decisão (Bloco 2 – Apêndice 5). A estrutura proposta não se limita ao critério de maior vulnerabilidade, mas pondera de forma integrada a efetividade das ações propostas, o que permite priorizar intervenções mais viáveis ou de maior impacto relativo.

Dessa forma, a estrutura se mostra robusta ao capturar diferentes dimensões relevantes para a tomada de decisão, reforçando a importância de considerar múltiplos critérios no processo de alocação de recursos em comunidades carentes. A análise também indica a necessidade de revisar os pesos atribuídos aos critérios, caso se deseje aumentar a influência do IVC no processo decisório, ou de realizar uma nova análise de sensibilidade, conforme será discutido na seção seguinte.

4.7.1 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade foi conduzida com o objetivo de avaliar a robustez dos resultados obtidos na alocação de recursos frente a variações na importância atribuída ao critério de vulnerabilidade (IVC). A figura 26 ilustra a evolução das pontuações das diferentes regiões do CRAS conforme o peso da vulnerabilidade varia de 0 a 1. Esse procedimento permite observar se pequenas alterações nos pesos influenciam significativamente a priorização dos territórios.

Observa-se na Figura 28 que regiões como Laranjeiras, Ipiranga e Vila Helena apresentam um crescimento consistente em sua pontuação à medida que o peso da vulnerabilidade aumenta, indicando que seus resultados são altamente sensíveis à variação desse critério. Isso sugere que essas comunidades possuem elevados níveis de IVC e, portanto, são diretamente beneficiadas quando a vulnerabilidade passa a ter maior influência no modelo de decisão.

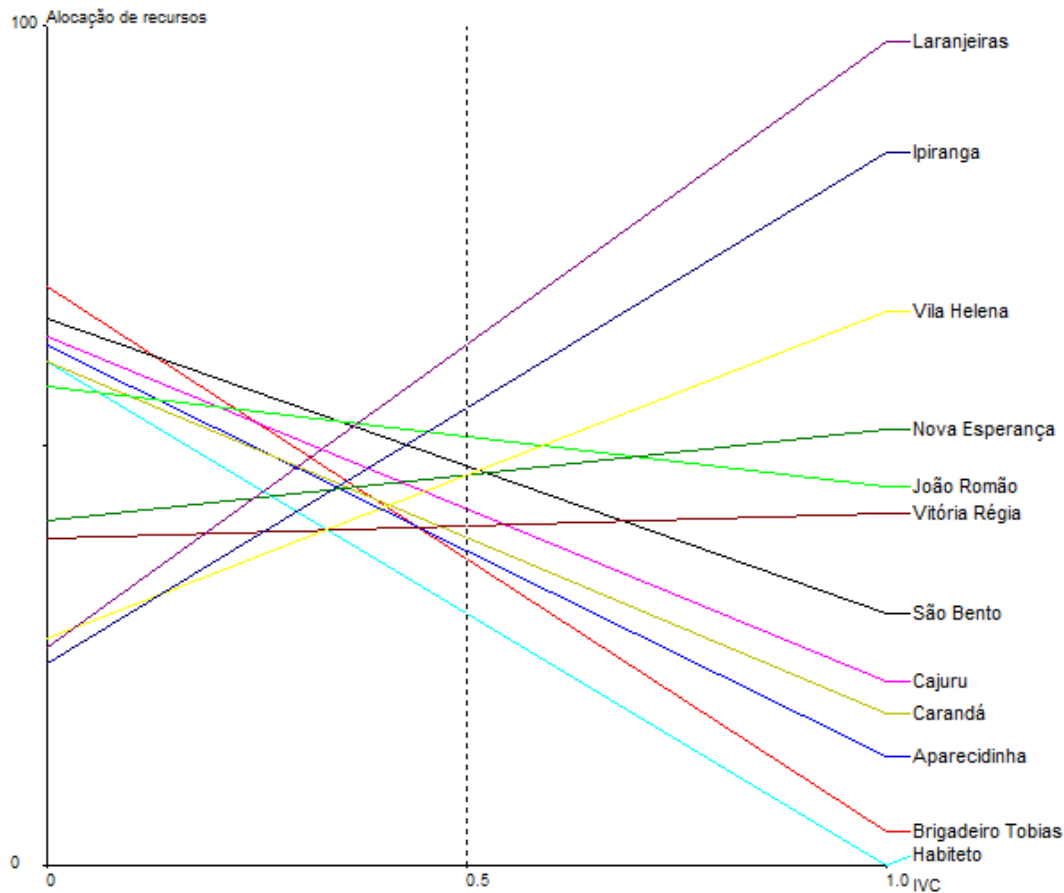


Figura 28. Análise de sensibilidade

Fonte: Elaboração própria

Em contrapartida, áreas como Brigadeiro Tobias, Habiteto, Aparecida, Carandá e Cajuru demonstram tendência de queda em sua pontuação, o que reflete seus menores níveis de vulnerabilidade composta. Nessas condições, tais territórios perdem prioridade quando o critério de vulnerabilidade é mais valorizado. Já comunidades como Nova Esperança, João Romão e Vitória Régia mantêm uma trajetória relativamente estável, revelando um desempenho intermediário mais equilibrado diante da variação do peso atribuído ao IVC.

Esses resultados reforçam a importância da análise de sensibilidade como uma ferramenta indispensável no processo de apoio à decisão, pois ela permite compreender a influência relativa dos critérios no resultado final e garante maior confiabilidade na estrutura. Além disso, fornece subsídios para ajustes estratégicos, como a redefinição dos pesos dos critérios, especialmente em

contextos nos quais a justiça social e a priorização das áreas mais vulneráveis são fundamentais para a efetividade das políticas públicas.

4.7.2 Comparação entre valores do ranking de vulnerabilidade percebida e o IVC

Com o objetivo de fortalecer a análise de sensibilidade e validar os resultados obtidos a partir do IVC, foi solicitado ao tomador de decisão vinculado ao CRAS que elaborasse um ranking subjetivo de vulnerabilidade entre as comunidades estudadas, com base em sua experiência prática e conhecimento territorial (Ver Tabela 24). Essa abordagem permite contrastar as percepções locais com os dados objetivos utilizados no cálculo do IVC, oferecendo uma perspectiva complementar que pode enriquecer o processo de priorização. Ao incorporar esse ranking como critério alternativo no modelo de alocação de recursos por meio do software VISA, torna-se possível analisar a consistência entre as diferentes abordagens e avaliar eventuais divergências ou convergências nos resultados gerados.

Tabela 24. Ranking de vulnerabilidade percebida

CRAS	Ranking	RS
Brigadeiro Tobias	12	0,0128
João Romão	07	0,0769
Carandá	08	0,0641
Aparecidinha	10	0,0384
Cajuru	11	0,0256
Habiteto	06	0,0897
São Bento	05	0,1025
Vitória Régia	09	0,0512
Nova Esperança	04	0,1153
Vila Helena	03	0,1282
Ipiranga	01	0,1538
Laranjeiras	02	0,1410

Fonte: Elaboração própria

Os resultados revelam uma priorização diferenciada quando considerados os julgamentos diretos do tomador de decisão. As regiões de Ipiranga (62), Laranjeiras (58) e Vila Helena (54) apresentaram os maiores scores no modelo, indicando convergência com o ranking subjetivo que também destacou essas comunidades entre as mais vulneráveis (ver Figura 29 e Tabela 24). Em contrapartida, áreas como Brigadeiro Tobias (35), Cajuru (36) e Aparecidinha (40) obtiveram as menores pontuações, refletindo a percepção local de menor prioridade relativa, ainda que algumas delas apresentem níveis de vulnerabilidade intermediários segundo o IVC. Essa discrepância evidencia a influência das preferências do decisor no processo de alocação de recursos, reforçando a importância de considerar tanto indicadores objetivos quanto avaliações subjetivas no modelo multicritério.

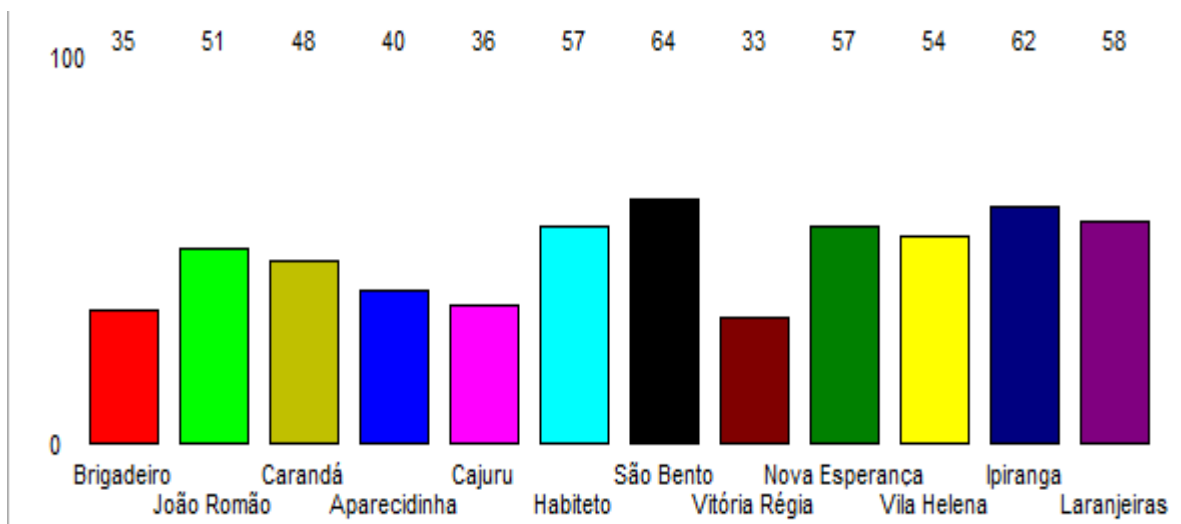


Figura 29. Resultados da alocação de recursos com vulnerabilidade percebida

Fonte: Elaboração própria

Essa divergência pode ser atribuída à experiência prática dos profissionais do CRAS, que possuem um conhecimento mais detalhado das necessidades cotidianas das comunidades, aspectos que nem sempre são plenamente capturados pelos indicadores secundários utilizados no cálculo do IVC (Ver Figura 30). Dessa forma, a comparação entre os dois modelos não apenas valida parcialmente o índice objetivo, como também evidencia a importância de integrar diferentes fontes de conhecimento no processo de decisão.

Portanto, esta etapa complementa a robustez da análise multicritério, ao demonstrar que a combinação de dados quantitativos e conhecimento local pode resultar em uma priorização mais sensível e alinhada com a realidade das comunidades atendidas.

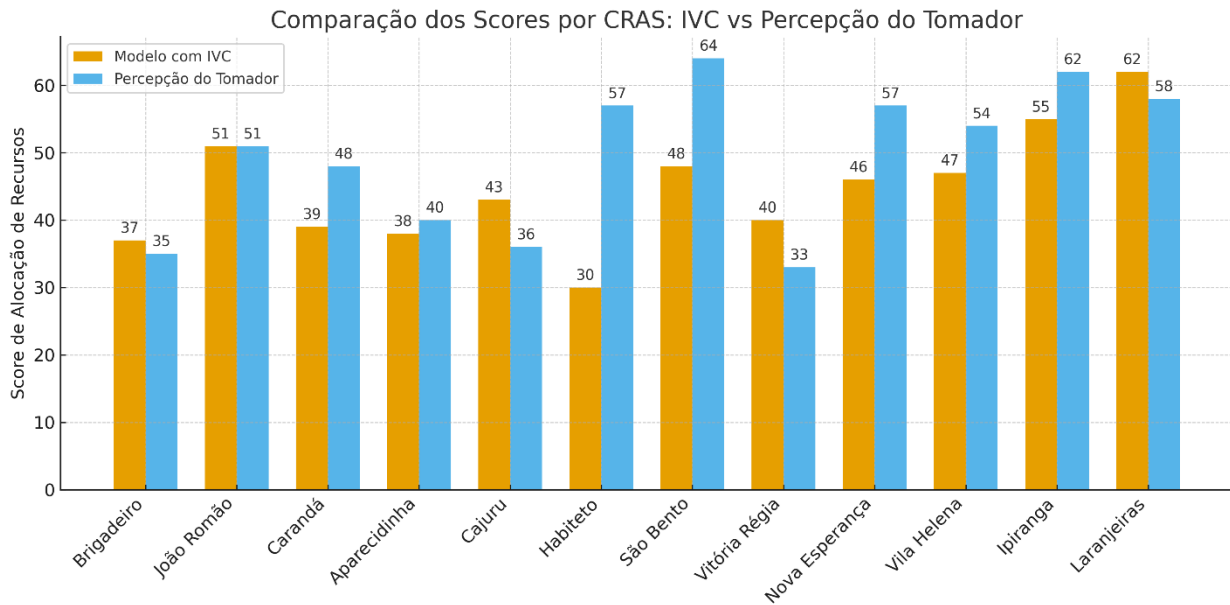


Figura 30. Comparação de valores entre IVC e percepção de vulnerabilidade

Fonte: Elaboração própria

5. DISCUSSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo propor uma estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos que integrasse critérios de vulnerabilidade em comunidades carentes. Os resultados obtidos demonstram que a proposta metodológica foi capaz de cumprir essa finalidade ao oferecer uma estrutura baseada na combinação de dados secundários e decisões estratégicas de atores locais, culminando em uma análise multicritério.

A construção do IVC permitiu sintetizar informações sociais, econômicas e ambientais em um único critério, facilitando a identificação de territórios com múltiplas desvantagens acumuladas. Contudo, ao comparar os resultados do modelo com IVC e a priorização realizada pelo tomador de decisão, observa-se uma diferença relevante. Enquanto o modelo destacou Laranjeiras, Ipiranga e Vila Helena como áreas de maior prioridade, a percepção local posicionou em destaque São Bento, Nova Esperança e Habiteto, evidenciando que a experiência prática e o conhecimento do território podem gerar hierarquizações distintas.

Essa divergência não invalida o uso do IVC, mas ressalta a importância de integrá-lo a outros critérios, como custo de intervenção e preferências de recursos, a fim de equilibrar evidências técnicas e percepções locais. De fato, a convergência parcial entre alguns territórios em ambos os modelos (como Ipiranga e Laranjeiras) reforça a utilidade do índice como instrumento de apoio à decisão, ainda que não como determinante único.

Assim, o modelo proposto avança para uma lógica mais abrangente, garantindo que a vulnerabilidade não seja o único vetor de priorização, mas parte de uma análise mais ampla de viabilidade e efetividade das ações. Esse equilíbrio entre técnica e percepção local representa um passo importante para políticas públicas mais justas e alinhadas às realidades territoriais. A inclusão de um IVC como critério tenta suprir as limitações metodológicas frequentemente observadas em estruturas que incorporam outros tipos de variáveis na literatura, como os de Tripathi et al. (2022) e Feizizadeh et al. (2014) demonstram a efetividade para a seleção de áreas prioritárias.

No que diz respeito à integração técnica entre MCDA e critérios de vulnerabilidade, embora modelos como o de Chakhar e Martel (2003) parte de uma lógica em que os dados são espacializados, processados em um modelo multicritério, e posteriormente convertidos em mapas de decisão. Essa estrutura, embora tecnicamente bem fundamentada, apresenta limitação de ajustes ao considerar a dinâmica percebida em cada território. Em contraste, a estrutura desenvolvida nesta pesquisa propõe uma lógica de incorporação do critério de vulnerabilidade dentro de modelo multicritério, que valoriza tanto a flexibilidade metodológica quanto a participação de tomadores de decisão.

Inicialmente, os critérios são definidos e ponderados com base em métodos formais (como o swing weighting e o Rank-sum), com participação direta de tomadores de decisão locais por meio de entrevistas estruturadas. Em seguida, os dados são calculados, espacializados e analisados no ambiente SIG, permitindo a construção do IVC, que sintetiza múltiplas dimensões de vulnerabilidade. Esse índice, por sua vez, é incorporado como critério no processo decisório final. A proposta, portanto, avança no sentido defendido por autores como Feick e Hall (2004) e Chakhar e Martel (2003), ao combinar rigor técnico, espacialização analítica e flexibilidade decisória, consolidando-se como uma alternativa metodológica robusta e adaptável para o planejamento em contextos de vulnerabilidade.

Além disso, a inclusão de uma etapa de validação por meio da comparação entre os resultados derivados do IVC e os rankings subjetivos de vulnerabilidade atribuídos pelos profissionais do CRAS reforça a legitimidade social da estrutura, algo pouco observado em propostas anteriores. De Brito e Evers (2016), por exemplo, avançaram no uso de indicadores espaciais de vulnerabilidade, mas a ausência de métodos formais de ponderação e de análises de sensibilidade fragilizou a consistência técnica e a capacidade de replicação dos resultados.

Outro ponto crítico ao modelo de Chakhar e Martel (2003) diz respeito à ausência de análise de sensibilidade e heterogênea dos dados socioespaciais em comunidades carentes. No presente trabalho, essas lacunas foram tratadas por meio de análises complementares: uma sensibilidade técnica com variação nos pesos dos critérios no VISA, e uma sensibilidade perceptiva, baseada no ranking subjetivo de vulnerabilidade elaborado por um assistente social de um CRAS. Essa dupla abordagem aumenta a robustez da estrutura e permite maior transparência no processo decisório.

6. CONCLUSÃO

Esta dissertação teve como propósito central desenvolver uma estrutura para apoiar a decisão de alocação de recursos em comunidades carentes, incorporando critérios de vulnerabilidade em um modelo MCDA. A modelo proposta surgiu da necessidade de superar abordagens genéricas, promovendo estratégias que reconheçam as desigualdades territoriais e ofereçam respostas mais justas e baseadas em evidências.

A partir de uma revisão sistemática da literatura, foram identificados e organizados os principais indicadores de vulnerabilidade social, econômica e ambiental presentes em estudos com populações marginalizadas. Essa análise permitiu compreender a variedade de enfoques existentes, mas também evidenciou a carência de estruturas integradas que tratem as múltiplas dimensões da vulnerabilidade de maneira simultânea e coerente.

A partir dessa categorização, foi construído o Índice de Vulnerabilidade Composta (IVC), que sintetiza de forma integrada e comparável os diferentes níveis de fragilidade presentes nos territórios atendidos pelos CRAS de Sorocaba. Esse índice constitui a base analítica central do estudo, permitindo captar simultaneamente dimensões sociais, econômicas e ambientais. Em seguida, utilizou-se o SIG como ferramenta de apoio para espacializar e visualizar os resultados do

IVC, possibilitando a identificação clara das regiões com maior acúmulo de desvantagens estruturais e fornecendo elementos para a priorização territorial na alocação de recursos.

Posteriormente, o IVC foi integrado como um dos critérios em um modelo MCDA desenvolvido com o apoio do software VISA, junto a outros critérios como o custo de intervenção e as demandas prioritárias por recursos públicos. A participação de tomadores de decisão locais contribuiu para legitimar as ponderações aplicadas aos critérios e garantiu maior adequação à realidade das comunidades.

A aplicação da estrutura em um estudo de caso simulado em Sorocaba demonstrou sua viabilidade prática e sua capacidade de produzir resultados coerentes com as necessidades reais dos territórios. Os resultados obtidos indicaram que as regiões de Laranjeiras, Ipiranga e Vila Helena apresentam maior vulnerabilidade composta, enquanto a etapa decisória com MCDA priorizou principalmente Laranjeiras, Ipiranga e João Romão, evidenciando uma convergência parcial entre o índice técnico de vulnerabilidade (IVC) e a priorização final da alocação de recursos. A análise de sensibilidade validou a robustez da estrutura, enquanto a comparação com o ranking subjetivo fornecido pelo gestor público reforçou a convergência entre técnica e percepção local.

Ao responder à pergunta de pesquisa “Como fazer a alocação de recursos em comunidades marginalizadas levando em consideração suas vulnerabilidades, benefícios e custos?” este trabalho demonstra que a resposta não está apenas em indicadores técnicos, mas na articulação entre evidências empíricas e instrumentos analíticos. A estrutura desenvolvida reforça a importância de se considerar simultaneamente múltiplos critérios, espacializar a informação e engajar os atores locais para orientar políticas públicas mais justas, eficazes e legitimadas.

A estrutura proposta é replicável e pode ser adaptada a diferentes contextos urbanos com desigualdades semelhantes. No plano prático, a dissertação oferece uma ferramenta de apoio à gestão pública, contribuindo para decisões mais bem fundamentadas sobre onde e como investir os escassos recursos disponíveis. Por fim, ao aproximar academia e prática institucional, este estudo fortalece o vínculo entre conhecimento técnico e justiça territorial, um passo essencial para transformar realidades historicamente negligenciadas.

6.1 Limitações

Embora esta dissertação tenha buscado desenvolver uma abordagem metodológica robusta e aplicável à alocação de recursos em comunidades carentes, é importante reconhecer algumas limitações que impactam direta ou indiretamente os resultados e sua generalização.

Uma das principais limitações refere-se à qualidade e abrangência das informações disponíveis sobre as famílias atendidas por cada CRAS. A análise foi fortemente dependente de dados secundários, os quais, embora provenientes de fontes oficiais, apresentam lacunas de atualização, padronização e detalhamento. Em alguns casos, a ausência de dados desagregados por território ou a existência de dados inconsistentes restringiu a profundidade da análise, levando à exclusão de algumas áreas ou à generalização de resultados.

Outro ponto crítico está na utilização de variáveis absolutas para representar a situação das comunidades, o que pode favorecer artificialmente aquelas regiões com maior número de famílias cadastradas. Como consequência, CRAS com maior população tendem a apresentar maior incidência de vulnerabilidades simplesmente por concentrarem mais pessoas, o que pode inflar os indicadores e enviesar a análise. Essa limitação sugere a necessidade de incorporar, futuramente, uma relação per capita ou ponderações ajustadas à densidade populacional, de modo a garantir uma comparação mais justa entre os territórios.

Além disso, a construção do motor de busca para a revisão sistemática enfrentou desafios relacionados às terminologias variadas utilizadas pelos autores para se referirem a comunidades carentes. Termos como "favelas", "assentamentos informais" e "áreas marginalizadas" foram empregados de maneira diversa ao longo dos estudos analisados, o que pode ter causado a exclusão involuntária de trabalhos relevantes. Essa heterogeneidade terminológica representa uma limitação metodológica importante e reforça a necessidade de uma taxonomia mais consolidada na literatura científica sobre o tema.

Por fim, destaca-se que, apesar da aplicação de entrevistas com tomadores de decisão locais, a ausência de dados primários coletados diretamente com os moradores limitou a personalização dos pesos atribuídos aos critérios de alocação de recursos. A utilização de estudos anteriores para inferir preferências comunitárias foi uma solução metodológica viável, mas que não substituiu a participação direta das comunidades no processo de priorização.

O reconhecimento dessas limitações não enfraquece os resultados obtidos, mas antes indica caminhos para futuras investigações que queiram aperfeiçoar a estrutura proposta, tornando-o mais sensível, inclusivo e adaptável a diferentes realidades territoriais.

6.2 Recomendações para trabalhos futuros

Com base nas limitações identificadas, esta dissertação aponta diversos caminhos possíveis para aprofundar e refinar a abordagem metodológica adotada, contribuindo para o avanço da pesquisa aplicada à alocação de recursos em contextos de vulnerabilidade.

Em primeiro lugar, recomenda-se o refinamento das bases de dados utilizadas, com especial atenção à atualização e desagregação das informações sobre as famílias atendidas pelos CRAS. A integração de registros administrativos com dados primários obtidos em campo seja por meio de questionários, entrevistas ou participação comunitária, pode enriquecer a análise e permitir um diagnóstico mais preciso das condições locais.

Em segundo lugar, futuras investigações devem considerar a normalização dos dados em relação à população atendida, especialmente no que diz respeito à construção de indicadores de vulnerabilidade. A adoção de métricas per capita ou índices proporcionais, ao invés de valores absolutos, poderá evitar distorções na comparação entre regiões com densidades populacionais distintas e tornar os resultados mais equitativos e interpretáveis.

Outro aspecto relevante é a padronização terminológica no processo de revisão da literatura. Sugere-se o desenvolvimento de estratégias de busca mais amplas e flexíveis, que contemplem sinônimos e termos correlatos usados para descrever comunidades carentes, como “assentamentos precários”, “aglomerados subnormais” ou “populações em situação de exclusão”. Essa ampliação semântica pode aumentar a abrangência dos estudos incluídos e fortalecer a base teórica da pesquisa.

Além disso, seria altamente recomendável que futuros modelos MCDA ampliem a participação social, incorporando diretamente as percepções, prioridades e experiências das populações afetadas. A realização de oficinas participativas, consultas públicas ou coletas sistemáticas de dados com os moradores pode agregar legitimidade ao processo decisório, além de fortalecer o vínculo entre a pesquisa acadêmica e a realidade vivida nos territórios.

7. BIBLIOGRAFIA

- Adelekan, I. O. (2010). Vulnerability of poor urban coastal communities to flooding in Lagos, Nigeria. *Environment and Urbanization*, 22(2), 433–450. <https://doi.org/10.1177/0956247810380141>
- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Akther, H., Morshed Ahmad, M., & Lai Nguyen, T. P. (2024). Livelihood vulnerability to urban flood: the case of urban poor households in Dhaka, Bangladesh. *Climate and Development*, 16(7), 551–562. <https://doi.org/10.1080/17565529.2023.2257625>
- Albino, G. A. C. (2024). *Avaliação de modelos de dispersão atmosférica no contexto de avaliação de impacto do ciclo de vida no Brasil* [Universidade Federal de São Carlos]. <https://repositorio.ufscar.br/handle/20.500.14289/20704>
- Alfares, H. K., & Duffuaa, S. O. (2016). Simulation-Based Evaluation of Criteria Rank-Weighting Methods in Multi-Criteria Decision-Making. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 15(1), 43–61. <https://doi.org/10.1142/S0219622015500315>
- Amoako, C., & Inkoom, D. K. B. (2018). The production of flood vulnerability in Accra, Ghana: Re-thinking flooding and informal urbanisation. *Urban Studies*, 55(13), 2903–2922. <https://doi.org/10.1177/0042098016686526>
- Aubert, A. H., Esculier, F., & Lienert, J. (2020). Recommendations for online elicitation of swing weights from citizens in environmental decision-making. *Operations Research Perspectives*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100156>
- Aubert, A. H., Schmid, S., & Lienert, J. (2024). Can online interfaces enhance learning for public decision-making? Eliciting citizens' preferences for multicriteria decision analysis. *European Journal of Operational Research*, 314(2), 760–775. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.10.031>
- Bai, T., & Liesch, P. (2022). Organizational goals and resource allocation to overseas foreign direct investment. *Journal of World Business*, 57(3). <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2022.101308>
- Bana E Costa, C. A. (2001). The use of multi-criteria decision analysis to support the search for less conflicting policy options in a multi-actor context: Case study. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 10(2), 111–125. <https://doi.org/10.1002/mcda.292>
- Başkent, E. Z., & Balci, H. (2024). A priori allocation of ecosystem services to forest stands in a forest management context considering scientific suitability, stakeholder engagement and sustainability concept with multi-criteria decision analysis (MCDA) technique: A case study in Turkey. *Journal of Environmental Management*, 369. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122230>
- Bastani, M., Hashemi, S., Khairabadi, O., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2024). Assessing the resilience of informal urban settlements against earthquakes: a case study of Mashhad, Iran. *Natural Hazards*, 120(5), 4507–4526. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06381-4>

- Bastos Moroz, C., & Thieken, A. H. (2024). Urban growth and spatial segregation increase disaster risk: lessons learned from the 2023 disaster on the North Coast of São Paulo, Brazil. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 24(9), 3299–3314. <https://doi.org/10.5194/nhess-24-3299-2024>
- Belton, V., & Stewart, T. (2012a). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media.
- Belton, V., & Stewart, T. (2012b). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media.
- Blier-Wong, C., Cossette, H., & Marceau, E. (2025). Efficient evaluation of risk allocations. *Insurance: Mathematics and Economics*, 122, 119–136. <https://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2025.02.006>
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2020). Efficiency without Apology: Consideration of the Marginal Excess Tax Burden and Distributional Impacts in Benefit-Cost Analysis. In *Journal of Benefit-Cost Analysis* (Vol. 11, Issue 3, pp. 457–478). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/bca.2020.18>
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2022). Standing in Cost-Benefit Analysis: Where, Who, What (Counts)? *Journal of Policy Analysis and Management*, 41(4), 1157–1176. <https://doi.org/10.1002/pam.22397>
- Braun, B., & Aßheuer, T. (2011). Floods in megacity environments: Vulnerability and coping strategies of slum dwellers in Dhaka/Bangladesh. *Natural Hazards*, 58(2), 771–787. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9752-5>
- Cai, J., & Wei, W. (2025). Educational sustainability: A multi-scale elementary school resource distribution variability from China. *Heliyon*, 11(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41846>
- Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2018). *Tutorial for using the software (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires)*. www.laccos.com.br
- Chakhar, S., & Martel, J.-M. (2003). Enhancing Geographical Information Systems Capabilities with Multi-Criteria Evaluation Functions. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, 7(2), 47–71.
- Chakraborty, A., & Li, X. (2022). Exploring the heterogeneity in relationship between heat exposure and land development in Mumbai, India: a framework to address urban vulnerability in developing megacities. *Journal of Environmental Planning and Management*, 65(2), 337–355. <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1884050>
- Chantry, G., & Norton, J. (2019). Social and economic inequality limits disaster prevention amongst the most vulnerable in Vietnam. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 28(1), 50–59. <https://doi.org/10.1108/DPM-07-2018-0213>

- Chen, Y., Zhang, L., Li, T., & Li, L. (2022). Amplified effect of social vulnerability on health inequality regarding COVID-19 mortality in the USA: the mediating role of vaccination allocation. *BMC Public Health*, *22*(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14592-w>
- Chi, P. C., Bulage, P., & Østby, G. (2019). Equity in aid allocation and distribution: A qualitative study of key stakeholders in Northern Uganda. *PLoS ONE*, *14*(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226612>
- Choularton, R. J., & Krishnamurthy, P. K. (2019). How accurate is food security early warning? Evaluation of FEWS net accuracy in Ethiopia. *Food Security*, *11*(2), 333–344. <https://doi.org/10.1007/s12571-019-00909-y>
- Chumo, I., Kabaria, C., Shankland, A., & Mberu, B. (2023a). Drivers of vulnerability to health and wellbeing challenges in informal settlements. *Frontiers in Sustainable Cities*. <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1057726>
- Chumo, I., Kabaria, C., Shankland, A., & Mberu, B. (2023b). Unmet Needs and Resilience: The Case of Vulnerable and Marginalized Populations in Nairobi's Informal Settlements. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(1). <https://doi.org/10.3390/su15010037>
- CRAS. (2009). *Orientações Técnicas Centro de Referência de Assistência Social - CRAS*. www.mds.gov.br/suas/protecaosocialbasica
- Culyer, A. J., & Chalkidou, K. (2019). Economic Evaluation for Health Investments En Route to Universal Health Coverage: Cost-Benefit Analysis or Cost-Effectiveness Analysis? *Value in Health*, *22*(1), 99–103. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2018.06.005>
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards n. *Hazards Vulnerability and Environmental Justice*, 115–132.
- De Brito, M. M., & Evers, M. (2016). Multi-criteria decision-making for flood risk management: A survey of the current state of the art. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *16*(4), 1019–1033. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1019-2016>
- de Faria, D. A. F., Frazão, M. L. da S., Vieira, J. G. V., da Silva, J. E. A. R., & Lemos, P. H. (2019a). A combination of discrete event simulation and multi-criteria analysis to configure sugarcane drop and hook delivery systems. *Engenharia Agricola*, *39*(2), 248–256. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v39n2p248-256/2019>
- de Faria, D. A. F., Frazão, M. L. da S., Vieira, J. G. V., da Silva, J. E. A. R., & Lemos, P. H. (2019b). A combination of discrete event simulation and multi-criteria analysis to configure sugarcane drop and hook delivery systems. *Engenharia Agricola*, *39*(2), 248–256. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v39n2p248-256/2019>
- Dell'Ovo, M., Capolongo, S., & Oppio, A. (2018). Combining spatial analysis with MCDA for the siting of healthcare facilities. *Land Use Policy*, *76*, 634–644. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.044>

- Diwakar, P. (2019). A Recipe for Disaster: Framing Risk and Vulnerability in Slum Relocation Policies in Chennai, India. *City and Community*, 18(4), 1314–1337. <https://doi.org/10.1111/cico.12457>
- Feick, R. D., & Hall, G. B. (2004). A method for examining the spatial dimension of multi-criteria weight sensitivity. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(8), 815–840. <https://doi.org/10.1080/13658810412331280185>
- Feizizadeh, B., Shadman Roodposhti, M., Jankowski, P., & Blaschke, T. (2014). A GIS-based extended fuzzy multi-criteria evaluation for landslide susceptibility mapping. *Computers and Geosciences*, 73, 208–221. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2014.08.001>
- Fernández, I. C., & Wu, J. (2018). A GIS-based framework to identify priority areas for urban environmental inequity mitigation and its application in Santiago de Chile. *Applied Geography*, 94, 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.03.019>
- Franco, L. A., & Montibeller, G. (2010). *PROBLEM STRUCTURING FOR MULTICRITERIA DECISION ANALYSIS INTERVENTIONS*.
- Fraser, A. (2017). The missing politics of urban vulnerability: The state and the co-production of climate risk. *Environment and Planning A*, 49(12), 2835–2852. <https://doi.org/10.1177/0308518X17732341>
- Giri, M., Bista, G., Singh, P. K., & Pandey, R. (2021). Climate change vulnerability assessment of urban informal settlers in Nepal, a least developed country. *Journal of Cleaner Production*, 307. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127213>
- Godone, D., Allasia, P., Notti, D., Baldo, M., Poggi, F., & Faccini, F. (2023). Coexistence of a Marginal Mountain Community with Large-Scale and Low Kinematic Landslide: The Intensive Monitoring Approach. *Remote Sensing*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/rs15133238>
- Goto, E. A., Domingue, S. J., Kalafatis, S., Ramos, R. G., & Şalap-Ayça, S. (2023). Do the type of impact and vulnerability dimension matter when assessing natural hazard vulnerability? *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 98. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.104069>
- Gran Castro, J. A., & Ramos De Robles, S. L. (2019). Climate change and flood risk: vulnerability assessment in an urban poor community in Mexico. *Environment and Urbanization*, 31(1), 75–92. <https://doi.org/10.1177/0956247819827850>
- Grecksch, K., & Klöck, C. (2020). Access and allocation in climate change adaptation. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 20(2), 271–286. <https://doi.org/10.1007/s10784-020-09477-5>
- Güiza, F., Méndez-Lemus, Y., & McCall, M. K. (2017). Urbanscapes of Disaster: The Sociopolitical and Spatial Processes Underpinning Vulnerability within a Slum in Mexico. *City and Community*, 16(2), 209–227. <https://doi.org/10.1111/cico.12230>
- Haque, A. N. (2021). Climate risk responses and the urban poor in the global South: the case of Dhaka's flood risk in the low-income settlements. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102534>

- Hasan, M. Z., Rabbani, M. G., Ahmed, M. W., Mehdi, G. G., Tisha, K. I., Reidpath, D. D., Hanifi, S. M. A., & Mahmood, S. S. (2024). Assessment of socioeconomic and health vulnerability among urban slum dwellers in Bangladesh: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, *24*(1), 2946. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20425-9>
- Hua, S., Liang, J., Zeng, G., Xu, M., Zhang, C., Yuan, Y., Li, X., Li, P., Liu, J., & Huang, L. (2015). How to manage future groundwater resource of China under climate change and urbanization: An optimal stage investment design from modern portfolio theory. *Water Research*, *85*, 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.007>
- Islam, M. R., Aziz, M. T., Alauddin, M., Kader, Z., & Islam, M. R. (2024). Site suitability assessment for solar power plants in Bangladesh: A GIS-based analytical hierarchy process (AHP) and multi-criteria decision analysis (MCDA) approach. *Renewable Energy*, *220*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119595>
- Jankowska, M. M., Weeks, J. R., & Engstrom, R. (2011). Do the most vulnerable people live in the worst slums? A spatial analysis of Accra, Ghana. *Annals of GIS*, *17*(4), 221–235. <https://doi.org/10.1080/19475683.2011.625976>
- Jiang, W., & Li, J. (2024). Digital transformation and its effect on resource allocation efficiency and productivity in Chinese corporations. *Technology in Society*, *78*. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102638>
- Karimi, F., Ghahderijani, M., & Bakhoda, H. (2024). Optimizing cropping patterns and resource allocation for sustainable agricultural development: A case study of Ilam province, Iran. *Environmental and Sustainability Indicators*, *23*. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100464>
- Karuga, R., Kabaria, C., Chumo, I., Okoth, L., Njoroge, I., Otiso, L., Muturi, N., Karki, J., Dean, L., Tolhurst, R., Steege, R., Ozano, K., Theobald, S., & Mberu, B. (2023). Voices and challenges of marginalized and vulnerable groups in urban informal settlements in Nairobi, Kenya: building on a spectrum of community-based participatory research approaches. *Frontiers in Public Health*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1175326>
- Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1976). Decisions with multiple objectives. *John Wiley & Sons*, 34–38.
- Keeney, R., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. Cambridge university press.
- Khan, S., Rathore, D., Singh, A., Kumari, R., & Malaviya, P. (2024). Socio-economic and environmental vulnerability of urban slums: a case study of slums at Jammu (India). *Environmental Science and Pollution Research*, *31*(12), 18074–18099. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30630-5>
- Kimani-Murage, E. W., Schofield, L., Wekesah, F., Mohamed, S., Mberu, B., Ettarh, R., Egondi, T., Kyobutungi, C., & Ezech, A. (2014). Vulnerability to Food Insecurity in Urban Slums: Experiences from Nairobi, Kenya. *Journal of Urban Health*, *91*(6), 1098–1113. <https://doi.org/10.1007/s11524-014-9894-3>

- Kılıc, D., Yagci, C., & Iscan, F. (2023). A GIS-based multi-criteria decision analysis approach using AHP for rural settlement site selection and eco-village design in Erzincan, Turkey. *Socio-Economic Planning Sciences*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101478>
- Kühnl, M., Sapena, M., Wurm, M., Geiß, C., & Taubenböck, H. (2023). Multitemporal landslide exposure and vulnerability assessment in Medellín, Colombia. *Natural Hazards*, 119(2), 883–906. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05679-z>
- Lahtinen, T. J., Hämäläinen, R. P., & Liesiö, J. (2017). Portfolio decision analysis methods in environmental decision making. *Environmental Modelling and Software*, 94, 73–86. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.04.001>
- Lee, H. H. (2005). A cost/benefit model for investments in inventory and preventive maintenance in an imperfect production system. *Computers and Industrial Engineering*, 48(1 SPEC. ISS.), 55–68. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2004.07.008>
- Lemmertz, C. K., de Oliveira Rodrigues, A., Mu, L. V., & Centeno, F. R. (2023). Fire Vulnerability of Informal Settlements: A Case Study For Porto Alegre City (Brazil). *Fire Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10694-023-01462-z>
- Li, A., Toll, M., Martino, E., Wiesel, I., Botha, F., & Bentley, R. (2023). Vulnerability and recovery: Long-term mental and physical health trajectories following climate-related disasters. *Social Science and Medicine*, 320. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.115681>
- Liang, S., & Wey, W. M. (2013). Resource allocation and uncertainty in transportation infrastructure planning: A study of highway improvement program in Taiwan. *Habitat International*, 39, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.11.004>
- Lienert, J., Duygan, M., & Zheng, J. (2016). Preference stability over time with multiple elicitation methods to support wastewater infrastructure decision-making. *European Journal of Operational Research*, 253(3), 746–760. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.03.010>
- Liesiö, J., Andelmin, J., & Salo, A. (2020). Efficient allocation of resources to a portfolio of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 286(2), 619–636. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.03.031>
- Liesiö, J., Salo, A., Keisler, J. M., & Morton, A. (2021). Portfolio decision analysis: Recent developments and future prospects. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 293, Issue 3, pp. 811–825). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.12.015>
- Lin, S. W., & Lu, W. M. (2024). Optimizing public sector resources: A centralized DEA model for effective allocation of shared inputs. *Socio-Economic Planning Sciences*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.102094>
- Ling, S., Gao, H., & Yuan, D. (2024). Catalytic role of the digital economy in fostering corporate green technology innovation: a mechanism for sustainability transformation in China. *Economic Analysis and Policy*, 84, 278–292. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.09.005>

- Liu, D. (2024). Local government competition and resource allocation efficiency. *Finance Research Letters*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104830>
- Maryanti, R., Nandiyanto, A. B. D., Hufad, A., Sunardi S., Al Husaeni, D. N., & Al Husaeni, D. F. (2023). A computational bibliometric analysis of science education research using VOSviewer. *Journal of Engineering Science and Technology*, 18(1), 301–309.
- Mazumder, L. T., Landry, S., & Alsharif, K. (2022). Coastal cities in the Southern US floodplains: An evaluation of environmental equity of flood hazards and social vulnerabilities. *Applied Geography*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102627>
- Membele, G. M., Naidu, M., & Mutang, O. (2022). Using local and indigenous knowledge in selecting indicators for mapping flood vulnerability in informal settlement contexts. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102836>
- Membele, G. M., Naidu, M., & Mutanga, O. (2024). Application of analytic network process (ANP), local and indigenous knowledge in mapping flood vulnerability in an informal settlement. *Natural Hazards*, 120(3), 2929–2951. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06313-2>
- Mensah, J. K., Amidu, M., Ahenkan, A., & Bawole, J. N. (2023). Insulating highly vulnerable populations from global pandemics: The case of Ghanaian informal settlements. *Cities*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104504>
- Merisalu, J., Sundell, J., & Rosén, L. (2023). Probabilistic cost-benefit analysis for mitigating hydrogeological risks in underground construction. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 131. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2022.104815>
- Mohagheghi, V., Meysam Mousavi, S., & Mojtahedi, M. (2019). Project portfolio selection problems: Two decades review from 1999 to 2019. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(2), 1675–1689. <https://doi.org/10.3233/jifs-182847>
- Montibeller, G., Franco, L. A., Lord, E., & Iglesias, A. (2009). Structuring resource allocation decisions: A framework for building multi-criteria portfolio models with area-grouped options. *European Journal of Operational Research*, 199(3), 846–856. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.054>
- Murillo, M. V., Oliveros, V., & Zarazaga, R. (2021). The Most Vulnerable Poor: Clientelism Among Slum Dwellers. *Studies in Comparative International Development*, 56(3), 343–363. <https://doi.org/10.1007/s12116-021-09324-x>
- Mutahi, A. W., Borgese, L., Marchesi, C., Gatari, M. J., & Depero, L. E. (2021). Indoor and outdoor air quality for sustainable life: A case study of rural and urban settlements in poor neighbourhoods in kenya. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su13042417>
- Nikolić, G., Vujović, F., Golijanin, J., Šiljeg, A., & Valjarević, A. (2023). Modelling of Wildfire Susceptibility in Different Climate Zones in Montenegro Using GIS-MCDA. *Atmosphere*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/atmos14060929>

- Okaka, F. O., & Odhiambo, B. D. O. (2019). Health vulnerability to flood-induced risks of households in flood-prone informal settlements in the Coastal City of Mombasa, Kenya. *Natural Hazards*, 99(2), 1007–1029. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03792-0>
- Oliveira, M. D., Mataloto, I., & Kanavos, P. (2019). Multi-criteria decision analysis for health technology assessment: addressing methodological challenges to improve the state of the art. *European Journal of Health Economics*, 20(6), 891–918. <https://doi.org/10.1007/s10198-019-01052-3>
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Parvin, A., Mostafa, A., & Syangadan, R. (2023). Disaster adaptive housing upgrading: insights from informal settlements in Bangladesh and Nepal. *Journal of Housing and the Built Environment*, 38(3), 2129–2149. <https://doi.org/10.1007/s10901-023-10031-3>
- Pasquini, L., van Aardenne, L., Godsmark, C. N., Lee, J., & Jack, C. (2020). Emerging climate change-related public health challenges in Africa: A case study of the heat-health vulnerability of informal settlement residents in Dar es Salaam, Tanzania. *Science of the Total Environment*, 747. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141355>
- Patri, P., Sharma, P., & Patra, S. K. (2022). A multidimensional model for cyclone vulnerability assessment of urban slum dwellers in India: A case study of Bhubaneswar city. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103439>
- Pereira Santos, A., Rodriguez-Lopez, J. M., Chiarel, C., & Scheffran, J. (2022). Unequal Landscapes: Vulnerability Traps in Informal Settlements of the Jacuí River Delta (Brazil). *Urban Science*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/urbansci6040076>
- Pergher, I., & De Almeida, A. T. (2018). Determining production and inventory parameters: An integrated simulation and mavt approach with tradeoff elicitation. *Pesquisa Operacional*, 38(1), 87–97. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2018.038.01.0087>
- Pham, B. T., Luu, C., Dao, D. Van, Phong, T. Van, Nguyen, H. D., Le, H. Van, von Meding, J., & Prakash, I. (2021). Flood risk assessment using deep learning integrated with multi-criteria decision analysis. *Knowledge-Based Systems*, 219. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.106899>
- Pongeluppe, L. S. (2022). The favela effect: Spatial inequalities and firm strategies in disadvantaged urban communities. *Strategic Management Journal*, 43(13), 2777–2808. <https://doi.org/10.1002/smj.3414>
- Potnis, D., & Gala, B. (2020). Best practices for conducting fieldwork with marginalized communities. *Information Processing and Management*, 57(3). <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2019.102144>
- Qian, J., Du, Y., Liang, F., Yi, J., Zhang, X., Jiang, J., Wang, N., Tu, W., Huang, S., Pei, T., & Ma, T. (2024). Measuring community resilience inequality to inland flooding using location aware big data. *Cities*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104915>

- Quesada-Román, A. (2022). Disaster Risk Assessment of Informal Settlements in the Global South. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(16). <https://doi.org/10.3390/su141610261>
- Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J., Koffel, J. B., Blunt, H., Brigham, T., Chang, S., Clark, J., Conway, A., Couban, R., de Kock, S., Farrah, K., Fehrmann, P., Foster, M., Fowler, S. A., Glanville, J., ... Young, S. (2021). PRISMA-S: an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews. *Systematic Reviews*, *10*(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>
- Reydon, B. P., Fernandes, V. B., & Telles, T. S. (2015). Land tenure in Brazil: The question of regulation and governance. *Land Use Policy*, *42*, 509–516. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.09.007>
- Riabacke, M., Danielson, M., & Ekenberg, L. (2012). State-of-the-art prescriptive criteria weight elicitation. In *Advances in Decision Sciences* (Vol. 2012). <https://doi.org/10.1155/2012/276584>
- Roncancio, D. J., & Nardocci, A. C. (2016). Social vulnerability to natural hazards in São Paulo, Brazil. *Natural Hazards*, *84*(2), 1367–1383. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2491-x>
- Rozier, M. D., Singh, S. R., Jacobson, P. D., & Prosser, L. A. (2019). Priorities for Investing in Community Health Improvement: A Comparison of Decision Makers in Public Health, Nonprofit Hospitals, and Community Nonprofits. *Journal of Public Health Management and Practice*, *25*(4), 322–331. <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000000848>
- Rygel, L., O’Sullivan, D., & Yarnal, B. (2006). A method for constructing a social vulnerability index: An application to hurricane storm surges in a developed country. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *11*(3), 741–764. <https://doi.org/10.1007/s11027-006-0265-6>
- Schmid, S., Vetschera, R., & Lienert, J. (2021). Testing Fairness Principles for Public Environmental Infrastructure Decisions. *Group Decision and Negotiation*, *30*(3), 611–640. <https://doi.org/10.1007/s10726-021-09725-2>
- Scinocca, M., & Arruda, M. (2024, November 18). *Sem escolas e hospitais, mais de 12 mil pessoas vivem nas favelas de Sorocaba*. G1 Sorocaba e Jundiaí. <https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/noticia/2024/11/18/sem-escolas-e-hospitais-mais-de-12-mil-pessoas-vivem-nas-favelas-de-sorocaba-veja-mapa.ghtml>
- Sezerino, F. de S., & Tiepolo, L. M. (2024). Integrated indicators for the analysis of vulnerability in a socio-ecological system of the Atlantic Forest in southern Brazil. *Environmental Development*, *49*. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100962>
- Shi, Z., Marinello, F., Ai, P., & Pezzuolo, A. (2024). Assessment of bioenergy plant locations using a GIS-MCDA approach based on spatio-temporal stability maps of agricultural and livestock byproducts: A case study. *Science of the Total Environment*, *947*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174665>
- Shoemaker, E. S., Kendall, C. E., Mathew, C., Crispo, S., Welch, V., Andermann, A., Mott, S., Lalonde, C., Bloch, G., Mayhew, A., Aubry, T., Tugwell, P., Stergiopoulos, V., & Pottie, K.

- (2020). Establishing need and population priorities to improve the health of homeless and vulnerably housed women, youth, and men: A Delphi consensus study. *PLoS ONE*, 15(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231758>
- Shonkoff, S. B., Morello-Frosch, R., Pastor, M., & Sadd, J. (2011). The climate gap: Environmental health and equity implications of climate change and mitigation policies in California—a review of the literature. *Climatic Change*, 109(SUPPL. 1), 485–503. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0310-7>
- Silva, C. R. M. da, & Crisóstomo, V. L. (2019). Gestão fiscal, eficiência da gestão pública e desenvolvimento socioeconômico dos municípios cearenses. *Revista de Administração Pública*, 53(4), 791–801. <https://doi.org/10.1590/0034-761220180234>
- Suênio Anderson, S. A. F., Coelho, V. H. R., Tsuyuguchi, B. B., de O. Galvão, C., Rêgo, J. C., Almeida, C. das N., Abels, A., Pinnekamp, J., & Rufino, I. A. A. (2021). Spatial multicriteria approach to support water resources management with multiple sources in semi-arid areas in Brazil. *Journal of Environmental Management*, 297. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113399>
- Thouret, J. C., Taillandier, M., Arapa, E., & Wavelet, E. (2024). Vulnerable settlements to debris flows in Arequipa, Peru: population characteristics, hazard knowledge, risk perception, and disaster risk management. *Natural Hazards*, 120(1), 901–955. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06167-8>
- Tripathi, A. K., Agrawal, S., & Gupta, R. D. (2022). Comparison of GIS-based AHP and fuzzy AHP methods for hospital site selection: a case study for Prayagraj City, India. *GeoJournal*, 87(5), 3507–3528. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10445-y>
- Turner, R. J., Brown, T. N., & Hale, W. B. (2017). Race, Socioeconomic Position, and Physical Health: A Descriptive Analysis. *Journal of Health and Social Behavior*, 58(1), 23–36. <https://doi.org/10.1177/0022146516687008>
- Turner, R. K. (1979). Cost-Benefit Analysis—a Critique. In *Jl of Mgmt Sci* (Vol. 7, Issue 5).
- Van Coile, R., Lucherini, A., Chaudhary, R. K., Ni, S., Unobe, D., & Gernay, T. (2023). Cost-benefit analysis in fire safety engineering: State-of-the-art and reference methodology. *Safety Science*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106326>
- Vessey, I. (1994). The effect of information presentation on decision making: A cost-benefit analysis. In *Information & Management* (Vol. 27).
- Vieira, J. G. V., & Montibeller, G. (2025). A survey-based priority elicitation protocol for community-based resource allocation decisions. *European Journal of Operational Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2025.07.049>
- Vieira, J. G. V. (2024). *A framework for supporting resource allocation in slum areas*. Tese apresentada para obtenção do título Professor Titular da Universidade Federal de São Carlos.

- Volden, G. H. (2019). Assessing public projects' value for money: An empirical study of the usefulness of cost–benefit analyses in decision-making. *International Journal of Project Management*, 37(4), 549–564. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.02.007>
- Von Winterfeldt, D., & Edwards, W. (1993). *Decision analysis and behavioral research*.
- Wang, K. J., Wang, S. M., & Yang, S. J. (2007). A resource portfolio model for equipment investment and allocation of semiconductor testing industry. *European Journal of Operational Research*, 179(2), 390–403. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.04.006>
- Wang, Y., Xu, G., Zhang, W., & Zhou, Z. (2020). Location Analysis of Earthquake Relief Warehouses: Evaluating the Efficiency of Location Combinations by DEA. *Emerging Markets Finance and Trade*, 56(8), 1752–1764. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2019.1663167>
- Weber, M., & Borchering, K. (1993). Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 67). [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)90318-H](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)90318-H)
- Weimann, A., & Oni, T. (2019). A systematised review of the health impact of urban informal settlements and implications for upgrading interventions in South Africa, a rapidly urbanising middle-income country. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph16193608>
- Wilk, J., Jonsson, A. C., Rydhagen, B., Rani, A., & Kumar, A. (2018). The perspectives of the urban poor in climate vulnerability assessments – The case of Kota, India. *Urban Climate*, 24, 633–642. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.08.004>
- Wolkin, A., Patterson, J. R., Harris, S., Soler, E., Burrer, S., McGeehin, M., & Greene, S. (2015). Reducing Public Health Risk during Disasters: Identifying Social Vulnerabilities. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 12(4), 809–822. <https://doi.org/10.1515/jhsem-2014-0104>
- Wong, C. W. Y., Wong, C. Y., & Boon-itt, S. (2020). Environmental management systems, practices and outcomes: Differences in resource allocation between small and large firms. *International Journal of Production Economics*, 228. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107734>
- Yadava, R. N., & Sinha, B. (2024). Energy–poverty–climate vulnerability nexus: an approach to sustainable development for the poorest of poor. *Environment, Development and Sustainability*, 26(1), 2245–2270. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02812-7>
- Yang, C. H., Hsu, W., & Wu, Y. L. (2022). A hybrid multiple-criteria decision portfolio with the resource constraints model of a smart healthcare management system for public medical centers. *Socio-Economic Planning Sciences*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101073>
- Yuan, Z., Xu, F., Yin, Y., Yin, J., & Zheng, Y. (2023). Screening and identification: Evaluating the transformation suitability of rural complexes through industrial resource potential in Changsha, China. *Habitat International*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102948>

- Zhang, D., Shi, X., Xu, H., Jing, Q., Pan, X., Liu, T., Wang, H., & Hou, H. (2020). A GIS-based spatial multi-index model for flood risk assessment in the Yangtze River Basin, China. *Environmental Impact Assessment Review*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106397>
- Zheng, J., & Lienert, J. (2018). Stakeholder interviews with two MAVT preference elicitation philosophies in a Swiss water infrastructure decision: Aggregation using SWING-weighting and disaggregation using UTAGMS. *European Journal of Operational Research*, 267(1), 273–287. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.11.018>
- Zhou, Z., Yu, Z., & Wu, H. (2022). Climate Shocks, Household Resource Allocation, and Vulnerability to Poverty. *Agriculture (Switzerland)*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/agriculture12070971>

8. APÊNDICE

Apêndice 1. Grupo de palavras-chave

Grupo 1: “vulnerab*”: leva em consideração todas as variações da palavra vulnerabilidade, como “vulnerabilidade” ou “vulnerável”. Isso é fundamental, pois é o tema central da sua busca, por isso toma-se como critério trazer apenas títulos com essas palavras

Grupo 2: Conjunto de palavras consideradas e seus sinônimos referentes a termos relacionados com indicadores, estratégias, impactos e análise da vulnerabilidade.

index	indicat*	metric*	assessment*	factor*	strateg*	framework*
list	indication		determination	component	scheme	structure
guide	key		evaluation	element	plan	
scale			rating	aspect	planning	
Índice*			criteria	cause	procedure	
			Condition**	item		
				effect*		
				impact*		

model*	measur*	analysing	monitor*	evaluat*	scheme	Risk*
form	dimension	study		assess	desing	hazard
	range	investigation		appraise	diagram	exposure

Grupo 3: Conjunto de termos destinado a descrever comunidades em condições de vulnerabilidade e, por outro lado, foram considerados aspectos dessas comunidades utilizados na literatura. Foram realizadas combinações de cada adjetivo com os substantivos.

Adjective	sustantive	Aspects
poor	area*	affordability
disadvantaged	dwel*	livability
deprived	region*	equity
slum	district*	liveability
marginalized	neighbourhood	
low-income	populat*	
settlement	communit*	
underserved	people	
favela	resident*	
shantytown	ratio	
at-risk		

Apêndice 2. Formula em base de dados

Web of Science

TI=("vulnerab*") AND TS=((("vulnerab*") NEAR/5 ("index" OR "indice*" OR "indicat*" OR "assessment*" OR "factor*" OR "strateg*" OR "framework*" OR "model*" OR "measur*" OR "condition*" OR "effect*" OR "impact*" OR "analysing" OR "monitor*" OR "risk*" OR "structure" OR "study" OR "assess" OR "hazard" OR "key" OR "exposure" OR "aspect" OR "planning" OR "criteria"))) AND TS=((("vulnerab*") NEAR/5 ("poor area*" OR "disadvantaged area*" OR "slum area*" OR "marginalized area*" OR "low-income area*" OR "settlement area*" OR "underserved area*" OR "at-risk area*" OR "affordability" OR "slum dwell*" OR "low-income dwell*" OR "settlement dwell*" OR "livability" OR "disadvantaged region*" OR "low-income region*" OR "at-risk region*" OR "equity" OR "deprived district*" OR "at-risk district*" OR "poor neighbourhood" OR "poor populat*" OR "disadvantaged populat*" OR "deprived populat*" OR "slum populat*" OR "marginalized populat*" OR "low-income populat*" OR "underserved populat*" OR "at-risk populat*" OR "poor communit*" OR "disadvantaged communit*" OR "slum communit*" OR "marginalized communit*" OR "low-income communit*" OR "underserved communit*" OR "at-risk communit*" OR "poor people" OR "marginalized people" OR "low-income people" OR "at-risk people" OR "deprived resident*" OR "low-income resident*" OR "settlement resident*" OR "shantytown*" OR "favela*" OR "slum*" OR "settlement")))

Scopus

TITLE ("vulnerab*") AND TITLE-ABS-KEY (("vulnerab*") W/5 (("index" OR "indice*" OR "indicat*" OR "assessment*" OR "factor*" OR "strateg*" OR "framework*" OR "model*" OR "measur*" OR "condition*" OR "effect*" OR "impact*" OR "analysing" OR "monitor*" OR "risk*" OR "structure" OR "study" OR "assess" OR "hazard" OR "key" OR "exposure" OR "aspect" OR "planning" OR "criteria"))) AND TITLE-ABS-KEY (("vulnerab*") W/5 ("poor area*" OR "disadvantaged area*" OR "slum area*" OR "marginalized area*" OR "low-income area*" OR "settlement area*" OR "underserved area*" OR "at-risk area*" OR "affordability" OR "slum dwell*" OR "low-income dwell*" OR "settlement dwell*" OR "livability" OR "disadvantaged region*" OR "low-income region*" OR "at-risk region*" OR "equity" OR "deprived district*" OR "at-risk district*" OR "poor neighbourhood" OR "poor populat*" OR "disadvantaged populat*" OR "deprived populat*" OR "slum populat*" OR "marginalized populat*" OR "low-income populat*" OR "underserved populat*" OR "at-risk populat*" OR "poor communit*" OR "disadvantaged communit*" OR "slum communit*" OR "marginalized communit*" OR "low-income communit*" OR "underserved communit*" OR "at-risk communit*" OR "poor people" OR "marginalized people" OR "low-income people" OR "at-risk people" OR "deprived resident*" OR "low-income resident*" OR "settlement resident*" OR "shantytown*" OR "favela*" OR "slum*" OR "settlement")))

Apêndice 3. Impacto e estratégias contra tipos de vulnerabilidade em comunidades carentes

Tipo de vulnerabilidade	Condições/características	Impactos	Estratégias
Social	<p>Alta densidade populacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • As comunidades são extremamente superlotadas, com densidades populacionais variando de 7.000 habitantes/km² em áreas urbanas a mais de 63.000 habitantes/km² em assentamentos informais. • Espaços verdes e abertos são praticamente inexistentes, o que agrava a exposição aos riscos ambientais e reduz a qualidade de vida. <p>Grupos vulneráveis predominantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta proporção de idosos, crianças, pessoas com deficiência física ou mental, comunidades indígenas, moradores de rua e migrantes de áreas rurais ou de baixa renda. • Dependência de redes sociais comunitárias devido à coesão social limitada ou à falta de infraestrutura de resposta a emergências. <p>Acesso limitado a serviços e recursos básicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de acesso a sistemas de saúde adequados, infraestrutura educacional formal, transporte público e serviços de emergência. 	<p>Impactos sociais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A alta densidade populacional e as moradias pequenas afetam a saúde mental, favorecem a disseminação de doenças contagiosas e limitam o bem-estar geral, agravando os problemas de saúde pública e a violência. <p>Acesso aos serviços</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfrentam-se barreiras ao acesso a serviços e oportunidades. 	<p>Fortalecimento das redes sociais e do apoio comunitário:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoção da coesão social por meio da organização comunitária e do acesso a programas de treinamento e educação. <p>Acesso a serviços básicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Provisão de acesso universal a serviços e recursos básicos, como água potável, energia sustentável e assistência médica.

Tipo de vulnerabilidade	Condições/características	Impactos	Estratégias
	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de fontes de energia poluentes, como fornos de barro ou combustíveis não regulamentados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades com liderança fragmentada e falta de cooperação dificultam o gerenciamento de recursos básicos. 	
Econômico	<p>Condições da casa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiais precários: As casas são feitas de materiais não duráveis, como madeira reutilizada, bambu, plástico, lata ou chapas de ferro, o que aumenta a exposição a riscos climáticos e estruturais. • Espaços pequenos: Casas de 10 m² com múltiplas funções (cozinha, sala e quarto) e alta densidade de ocupação (até 10 pessoas por casa). • Infraestrutura limitada: Dependência de sistemas de drenagem natural e uso de cozinhas comunitárias. Falta de acesso a sistemas de saneamento adequados, como esgotos a céu aberto (24% dos domicílios). 	<p>Impactos na Qualidade de Vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saúde física: -Exposição a doenças respiratórias devido ao uso de combustíveis poluentes (madeira, querosene) e materiais de construção de baixa qualidade. -Alta prevalência de doenças crônicas 	<p>Melhorias em infraestrutura e habitação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construção de moradias resistentes a desastres naturais com materiais duráveis e técnicas adaptadas ao contexto local. • Implementação de sistemas de drenagem e saneamento adequados

Tipo de vulnerabilidade	Condições/características	Impactos	Estratégias
	<p>Ligações elétricas ilegais e falta de medidores, aumentando o risco de incêndios.</p> <p>Aspectos socioeconômicos e educacionais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabalho informal: Alta dependência de atividades informais como coleta de lixo, comércio local e trabalho diário, o que gera instabilidade econômica. • Educação limitada: Altos níveis de analfabetismo, especialmente entre mulheres, e baixos níveis de escolaridade em comunidades tribais e rurais. • Acesso aos serviços: Escassez de serviços básicos, como eletricidade e água potável, e diferenças marcantes no acesso entre áreas formais e informais. <p>Efeitos na saúde e bem-estar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condições de saúde: Prevalência de doenças crônicas, problemas respiratórios causados pela poluição e altos níveis de estresse relacionados à insegurança econômica. 	<p>(artrite, problemas cardíacos).</p> <ul style="list-style-type: none"> -Redução na capacidade de preparar alimentos. -Dependência de produtos não regulamentados e dietas de baixa qualidade devido à falta de recursos. <p>Impactos econômicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instabilidade no emprego: -Dependência de empregos informais e agrícolas, que geram rendimentos baixos e flutuantes. 	<p>para reduzir o risco de inundações e poluição.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eletrificação formal e acesso seguro à energia para cozinhar e aquecer. <p>Diversificação econômica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover atividades econômicas mais estáveis e diversificadas, como microempresas, cooperativas e emprego formal. • Proporcionar acesso a financiamento formal e microcréditos para melhorias residenciais e empreendedorismo.

Tipo de vulnerabilidade	Condições/características	Impactos	Estratégias
	<p>Baixa renda: A maioria das famílias relata rendas inferiores a US\$ 120 por mês, dependendo de empregos informais e atividades agrícolas de subsistência.</p> <p>• Limitação de recursos alimentares: Durante as enchentes, a capacidade de preparação de alimentos é reduzida em até 85%, agravando a insegurança alimentar.</p> <p>Capacidades de resposta</p> <p>• Resiliência da comunidade: Em alguns assentamentos, a liderança e as redes sociais ajudam a administrar recursos como a água. Entretanto, a dependência de recursos locais e a falta de infraestrutura moderna limitam a capacidade de adaptação.</p> <p>• Falta de infraestrutura de emergência: Distritos com infraestrutura precária de resposta a emergências, o que aumenta o tempo de recuperação de desastres.</p>	<p>-Famílias com renda insuficiente para melhorar suas casas ou acessar serviços básicos ou educação.</p> <p>• Perdas materiais: Danos recorrentes em casas e pertences devido a eventos climáticos extremos.</p> <p>limitação na capacidade das comunidades de se recuperarem de desastres ou melhorarem suas condições de vida.</p>	<p>Intervenções de saúde e nutrição:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campanhas para reduzir o uso de combustíveis poluentes, incentivando alternativas como fogões limpos ou energia solar. • Prestação de serviços médicos móveis em áreas de difícil acesso para tratar doenças crônicas e promover a saúde mental.

Tipo de vulnerabilidade	Condições/características	Impactos	Estratégias
<p>Ambiental</p>	<p>Exposição a riscos ambientais e sociais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localização geográfica: <ul style="list-style-type: none"> -Assentamentos em áreas propensas a inundações, planícies de inundação e encostas, o que aumenta a vulnerabilidade a desastres naturais. -Comunidades rurais enfrentam riscos geológicos e condições climáticas extremas. • Localização em áreas de alto risco ambiental: <ul style="list-style-type: none"> -Assentamentos em terras propensas a inundações, deslizamentos de terra ou erosão devido a fortes chuvas e falta de planejamento urbano. -Exposição a contaminantes, como solos degradados, água contaminada e ar com altos níveis de partículas nocivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riscos para a saúde e bem-estar <ul style="list-style-type: none"> -Alta incidência de doenças respiratórias devido à poluição do ar interno por combustíveis e à falta de ventilação adequada. -Doenças associadas à água contaminada e sistemas de esgoto precários, como diarreia e cólera. • Impactos Econômicos e Sociais <ul style="list-style-type: none"> -Deslocamentos frequentes devido a inundações ou deslizamentos de terra. 	<p>Educação e Participação Comunitária</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programas de educação ambiental para promover práticas sustentáveis, como reciclagem e gerenciamento de resíduos. • Fortalecimento da coesão social através da criação de redes comunitárias para gestão de riscos. <p>Gestão de Recursos e Planejamento Territorial</p>

Tipo de vulnerabilidade	Condições/características	Impactos	Estratégias
		<p>-Perda de bens (casas e meios de subsistência) durante desastres naturais.</p> <p>-Aumento dos riscos de insegurança devido à baixa coesão social e à percepção de insegurança em certas áreas.</p> <p>•Degradação Ambiental</p> <p>-Contaminação das águas subterrâneas e acúmulo de resíduos devido à falta de infraestrutura.</p> <p>-Alteração de ecossistemas devido à</p>	<p>• Realocação de assentamentos para áreas de menor risco, combinada com planejamento urbano sustentável.</p> <p>• Regulamentar o uso do solo e proibir a construção em áreas de alto risco, como encostas instáveis.</p> <p>• Restauração de ecossistemas naturais, como zonas úmidas, para mitigar inundações e melhorar a qualidade da água.</p>

Tipo de vulnerabilidade	Condições/características	Impactos	Estratégias
		construção descontrolada e pressão sobre áreas ribeirinhas ou costeiras. -A ocupação de áreas de risco aumenta a exposição a desastres naturais, enquanto a falta de infraestrutura adequada aumenta a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos.	

Fonte: Elaboração própria

Apêndice 4. Exemplo ilustrativo

Neste caso, foram realizadas as etapas descritas nas seções 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3: identificação de um tipo de vulnerabilidade, classificação de indicadores, determinação de dimensões e análise de situações possíveis, seguida da atribuição de pesos (ver Tabela 25). Vale ressaltar que o cálculo será realizado apenas para uma das vulnerabilidades, que é composta por duas dimensões. Cada dimensão inclui dois índices, e cada índice considera duas situações possíveis. Assume-se uma população amostral de 100 indivíduos (N), o que permite ilustrar de forma clara e precisa o processo metodológico por meio da aplicação da equação 1.

Tabela 25. Exemplo ilustrativo do cálculo da vulnerabilidade

Tipo de vulnerabilidade $V_{k,CRAS}$	Peso	Dimensão	Peso	Índices (x)	Peso (p_j)	Possíveis Condições (m_j)	Avaliação (S_{ij})	N. pessoas (n_{ij})
Social	0,4	1	0,3	1	0,2	1	10	40
						2	4	60
				2	0,1	1	9	70
						2	8	30
		2	0,1	1	0,06	1	10	80
						2	6	20
				2	0,04	1	8	10
						2	7	90

Fonte: Elaboração própria

O cálculo da vulnerabilidade é apresentado a seguir, considerando que os pesos do índice já incorporam os valores relativos das dimensões e tipo de vulnerabilidade.

Dimensão 1:

- **Índice 1:**

$$Média = \frac{(10 \times 40) + (4 \times 60)}{100} = \frac{640}{100} = 6,4$$

$$\text{valor ponderado} = 6,4 \times 0,2 = 1,28$$

- **Índice 2:**

$$Média = \frac{(9 \times 70) + (8 \times 30)}{100} = \frac{870}{100} = 8,7$$

$$\text{valor ponderado} = 8,7 \times 0,1 = 0,87$$

Contribuição total da Dimensão 1 = 1,28 + 0,87 = 2,15

Dimensão 2:

- **Índice 1:**

$$Média = \frac{(10 \times 80) + (6 \times 20)}{100} = \frac{920}{100} = 9,2$$

$$\text{valor ponderado} = 9,2 \times 0,06 = 0,552$$

- **Índice 2:**

$$Média = \frac{(8 \times 10) + (7 \times 90)}{100} = \frac{710}{100} = 7,1$$

$$\text{valor ponderado} = 7,1 \times 0,04 = 0,284$$

Contribuição total da Dimensão 2 = 0,552 + 0,284 = 0,836

- **Resultado Final da Vulnerabilidade Social:**

Como os pesos foram atribuídos de forma que a soma dos pesos já reflete a contribuição de cada nível anterior, o índice final é obtido simplesmente somando os valores ponderados das duas dimensões:

$$\textit{índice de vulnerabilidade Social} = 2,15 + 0,836 = \mathbf{2,986}$$

Portanto, o índice final de vulnerabilidade social, considerando os índices ponderados é **2.986**. Por meio deste exemplo simples, foi possível vincular claramente a classificação estrutural nos quatro níveis do índice de vulnerabilidade com a simbologia utilizada na Equação 1, o que facilita uma compreensão abrangente do modelo e dá suporte à metodologia utilizada no estudo.

Apêndice 5. Entrevista estruturada para tomador de decisão

O objetivo desta entrevista é conhecer a opinião de especialistas e tomadores de decisão dos CRAS de Sorocaba/SP para definir a importância (peso) de cada dimensão, indicador e condição presente nas comunidades atendidas. Este estudo considera três tipos de vulnerabilidade: social, econômica e ambiental (ver Figura 1). Todas as respostas serão tratadas de forma confidencial e a identidade dos participantes não será revelada em nenhuma etapa da pesquisa.

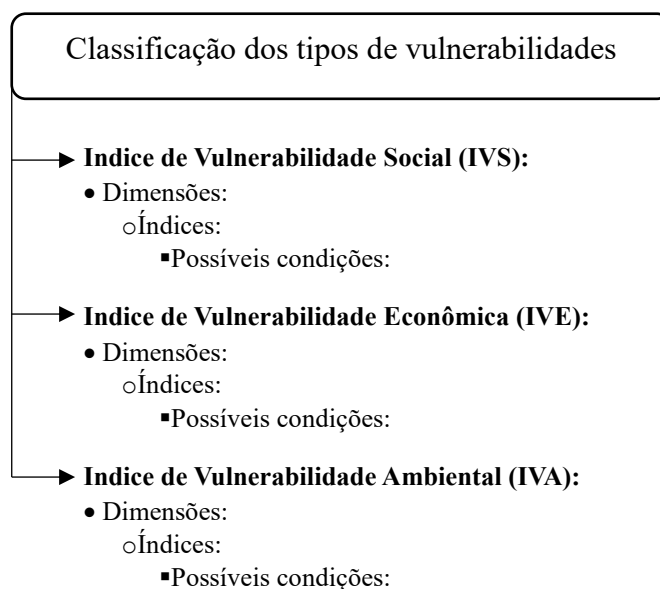


Figura 1. Classificação dos tipos de vulnerabilidades

Instruções:

Para atribuir as avaliações, seguiremos quatro etapas sequenciais:

1. **Avaliação por dimensão (0–100):** em seguida, dentro de cada tipo de vulnerabilidade, será avaliada a relevância de cada dimensão (por exemplo, acesso a serviços, renda familiar, qualidade ambiental), também em uma escala de 0 a 100.
2. **Avaliação por indicador (0–100):** depois, para cada dimensão selecionada, os especialistas atribuirão pesos a cada indicador específico (por exemplo, número de desempregados, taxa de escolaridade, índice de poluição), novamente utilizando a escala de 0 a 100.
3. **Avaliação por tipo de vulnerabilidade (0–100):** primeiro, os participantes definirão, em uma escala de 0 a 100, a importância relativa de cada uma das três vulnerabilidades (social, econômica e ambiental) no contexto das comunidades atendidas.
4. **Avaliação por possíveis condições (0-10):** Para cada indicador, haverá uma lista de possíveis situações ou faixas de ocorrência (por exemplo, “até 20% de desemprego”, “entre 20% e 40%”, etc.). A cada uma dessas situações será atribuído um peso de 0 a 10, refletindo o grau de impacto que ela representa dentro do indicador avaliado.

Procedimento: Bloco 1: Índice de vulnerabilidade

1. Avaliação das dimensões internas de cada tipo de vulnerabilidade

Por favor, avalie a importância relativa de cada uma das dimensões internas, em uma escala de 0-100, considerando que o total deve somar 100%. Onde o “0” representa “baixa importância” e “100” representa “alta importância”.

Vulnerabilidade Social		Vulnerabilidade Econômica		Vulnerabilidade Ambiental	
Dimensões	Avaliação	Dimensões	Avaliação	Dimensões	Avaliação
Saúde		Renda		Poluição	
Educação		Trabalho		Qualidade ambiental	
Acesso aos serviços		Domicílio			
Infraestrutura					

2. Avaliação dos índices internos de cada dimensão

Por favor, avalie a importância relativa de cada um dos índices internos de cada dimensão, em uma escala de 0-100, considerando que o total deve somar 100%.

Acesso aos serviços		Domicílio		Qualidade ambiental	
Índices	Avaliação	Índices	Avaliação	Índices	Avaliação
Água potável		Espécie do domicílio		Escoamento sanitário	
Fornecimento de água		Situação do domicílio		Lixo	
Iluminação		Número de cômodos			

3. Avaliação por tipo de vulnerabilidade

A seguir, são apresentados três tipos de vulnerabilidade. Por favor, atribua um percentual de importância para cada um, em uma escala de 0-100 considerando que o total deve somar 100%.

Tipo de vulnerabilidade	Avaliação
Vulnerabilidade Social	
Vulnerabilidade Econômica	
Vulnerabilidade Ambiental	

4. Avaliação das possíveis condições de cada índice

Por favor, avalie a importância de cada possíveis condições para cada um dos índices listados abaixo, considerando uma escala de 0-10. Onde o “0” representa “*baixa vulnerabilidade*” e “10” representa “*alta vulnerabilidade*”. Exemplo: Para o índice de **doenças** que tão vulnerável é ter uma condição de **Cegueira** em um CRAS?

Vulnerabilidade Social:

Doenças ^a	Avaliação	Iluminação	Avaliação
Cegueira		Elétrica com medidor próprio	
Baixa visão		Elétrica com medidor comunitário	
Surdez severa/profunda		Elétrica sem medidor	
Surdez leve/moderada		Óleo, querosene ou gás	
Deficiência física		Vela	
Deficiência mental ou intelectual		Outra forma	
Síndrome de Down			
Transtorno/doença mental			

Fornecimento de água	Avaliação	Calçamento em frente ao seu domicílio	Avaliação	Educação	Avaliação
Rede geral de distribuição		Total		Sim, rede pública	
Poço ou nascente		Parcial		Sim, rede particular	
Cisterna		Não existe		Não, já frequentou	
Outra forma				Nunca frequentou	

Vulnerabilidade Econômica:

Renda	Avaliação	Situação do domicílio	Avaliação	Educação	Avaliação
Ate R\$89,00		Particular Permanente		Sim, rede pública	
Entre R\$89,01 ate R\$178,00		Particular Improvisado		Sim, rede particular	
Entre R\$178,01 ate 1/2 S.M.		Coletivo		Não, já frequentou	
Acima de 1/2 S,M,				Nunca frequentou	

Vulnerabilidade Ambiental:

Escoamento sanitário	Avaliação	Lixo	Avaliação
Rede coletora de esgoto ou pluvial		É coletado diretamente	
Fossa séptica		É coletado indiretamente	
Fossa rudimentar		É queimado ou enterrado na propriedade	
Vala a céu aberto		É jogado em terreno baldio ou logradouro (rua, avenida, etc.)	
Direto para um rio, lago ou mar		É jogado em rio ou mar	
Outra forma		Tem outro destino	

Bloco 2: Alocação de recursos

O objetivo desta seção é compreender como a administração da prefeitura define as regiões prioritárias para a alocação de serviços públicos (detalhado na tabela 1) em comunidades carentes. As respostas serão tratadas de forma confidencial, garantindo que a identidade do respondente não será revelada em nenhuma etapa da pesquisa.

Serviço	Descrição
Infraestrutura Básica	Serviços essenciais como saneamento, água, pavimentação e coleta de lixo. Essenciais para melhorar as condições de vida nas comunidades carentes.
Infraestrutura Viária	Inclui a construção e manutenção de ruas, estradas e vias de acesso. Importante para melhorar o acesso e reduzir o isolamento das áreas marginalizadas.
Saúde	Refere-se especificamente às especialidades médicas disponíveis nos postos de saúde locais.
Educação	Escola em tempo integral/parcial.
Emprego	Refere-se à criação de oportunidades de trabalho e à promoção de programas de capacitação profissional. Essencial para reduzir a pobreza e melhorar a segurança nas áreas mais vulneráveis.

Tabela 1. Descrição dos cinco serviços a serem analisados.

Considere os cinco serviços listados na Tabela 2, cada um associado a um CRAS em específico. Sua tarefa é avaliar as possíveis melhorias para cada CRAS e considerar o custo de operação de cada uma de elas no último período, seguindo estas etapas:

- Passo 1: Escolha um CRAS que você acha que mais precisa de melhoria para um dado serviço.
- Passo 2: Considere esta melhoria, para este serviço, como o maior valor e atribua a ele uma nota de 100. Esta será a sua referência.
- Passo 3: Compare a melhoria para este CRAS em relação aos demais serviços, atribuindo uma nota entre 0 e 100, de acordo com o impacto relativo que elas teriam. Use uma escala contínua de 0 a 100, onde **0 indica que a melhoria mantém a situação atual** e 100 representa o maior valor possível.

Exemplo: *Qual mudança com respeito aos cinco serviços você considera que levaria à uma melhoria significativa no CRAS Brigadeiro Tobias?*

CRAS	Situação atual	Custos (reais)	Infraestrutura básica	Infraestrutura viária	Saúde	Emprego	Educação
Brigadeiro Tobias	(CRAS 1)						
João Romão	(CRAS 1)						
Carandá	(CRAS 1)						
Aparecidinha	(CRAS 1)						
Cajuru	(CRAS 1)						
Habiteto	(CRAS 1)						
São Bento	(CRAS 1)						
Vitória Régia	(CRAS 2)						
Nova Esperança	(CRAS 2)						
Vila Helena	(CRAS 3)						
Ipiranga	(CRAS 3)						
Laranjeiras	(CRAS 3)						

Tabela 2. Comparação de valor.

Observação: CRAS 1: Capacidade para atender até 2.500 famílias; CRAS 2: Capacidade para atender até 3.500 famílias; CRAS 3: Capacidade para atender até 5.000 famílias.

Bloco 3: Critérios

O objetivo desta seção é conhecer a opinião de especialistas e tomadores de decisão dos CRAS de Sorocaba/SP para definir a importância (peso) de cada critério na evacuação da priorização para a alocação de serviços públicos e quais dos CRAS são considerados de maior vulnerabilidade. Todas as respostas serão tratadas de forma confidencial e a identidade dos participantes não será revelada em nenhuma etapa da pesquisa.

1-Priorização dos CRAS segundo o nível de vulnerabilidade

Nesta etapa, o(a) participante será convidado(a) a classificar os 12 CRAS listados, ordenando-os do mais vulnerável (**posição 1**) ao menos vulnerável (**posição 12**), com base em seu conhecimento e experiência sobre as realidades locais.

CRAS	Ranking de Vulnerabilidade
Brigadeiro Tobias	
João Romão	
Carandá	
Aparecidinha	
Cajuru	
Habiteto	
São Bento	
Vitória Régia	
Nova Esperança	
Vila Helena	
Ipiranga	
Laranjeiras	

2-Avaliação da importância dos critérios:

Em seguida, também é solicitado o ranking dos critérios, ordenando-os do mais importante (**posição 1**) ao menos importante (**posição 7**).

Critérios	Ranking de critérios
Custo	
Vulnerabilidade	
Infraestrutura básica	
Infraestrutura viária	
Saúde	
Emprego	
Educação	