



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA (ITEC)  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E  
COMPUTAÇÃO APLICADA (PPGEE)

JOÃO LÚCIO DE SOUZA JÚNIOR.

MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAR  
MUNICÍPIOS QUANTO AO RISCO DE VIOLÊNCIA DOMÉSTICA  
CONTRA A MULHER: UM ESTUDO A PARTIR DA AMAZÔNIA  
PARAENSE.

BELÉM  
2024

**JOÃO LÚCIO DE SOUZA JÚNIOR.**

**MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAR  
MUNICÍPIOS QUANTO AO RISCO DE VIOLÊNCIA DOMÉSTICA  
CONTRA A MULHER: UM ESTUDO A PARTIR DA AMAZÔNIA  
PARAENSE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica e Computação Aplicada.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcos César da Rocha Seruffo

**BELÉM  
2024**

Número da defesa: DM 02/2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

D278m de Souza Júnior, João Lúcio.  
MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA  
CLASSIFICAR MUNICÍPIOS QUANTO AO RISCO DE  
VIOLÊNCIA DOMÉSTICA CONTRA A MULHER: UM  
ESTUDO A PARTIR DA AMAZÔNIA PARAENSE. / João Lúcio  
de Souza Júnior. — 2024.  
58 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcos César da Rocha Seruffo  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica, Belém, 2024.

1. Violência Contra a Mulher. 2. Análise de Decisão  
Multicritério. 3. Classificação. 4. ELECTRE Tri-B. I. Título.

CDD 004

---

JOÃO LÚCIO DE SOUZA JÚNIOR.

MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAR MUNICÍPIOS  
QUANTO AO RISCO DE VIOLÊNCIA DOMÉSTICA CONTRA A MULHER: UM  
ESTUDO A PARTIR DA AMAZÔNIA PARAENSE.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica e Computação Aplicada.

Aprovada em: 19/01/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcos César da Rocha Seruffo  
Orientador

---

Prof. Dr. Carlos Renato Lisboa Francês  
Examinador interno (PPGEE/UFPA)

---

Dr. José Edvaldo Pereira Sales  
Examinador externo (Ceaf/MPPA)

*À minha esposa Raquel e filhas Ana e Maria por estarem ao meu lado em cada passo  
dessa jornada.*

## AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador Marcos César da Rocha Seruffo, pela inestimável transmissão de conhecimento e por acreditar no potencial desta pesquisa.

Ao professor Diego Lisboa Cardoso, pelo exemplo inspirador e dedicação incansável na condução do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação Aplicada (PPGEE).

A todos os professores do mestrado, pela dedicação e empenho nas disciplinas que enriqueceram minha jornada acadêmica.

Aos colegas do Laboratório de Pesquisa Operacional (LPO), em especial aos amigos Saulo William, Alana Miranda e Fernando Augusto, pelo companheirismo e apoio inestimáveis.

Aos meus pais, João Lúcio (*in memoriam*) e Rosaly, cujo esforço e dedicação foram a base sólida da minha educação e formação pessoal.

À minha esposa, Raquel Siqueira, que, mesmo enfrentando a distância e as adversidades, sempre me fez acreditar no possível.

Às minhas amadas filhas, Ana Júlia e Maria Luíza, que me ensinam diariamente sobre o mais puro e verdadeiro amor.

E, finalmente, a Deus, que em todos os momentos me fez sentir sua presença. Sou grato pela proteção e pelas bênçãos alcançadas.

*“Aqueles que têm o privilégio de saber têm o dever de agir.”*  
*(Albert Einstein)*

## RESUMO

A violência contra a mulher (VCM) se constitui em uma das mais sérias questões de saúde pública local e global, exigindo o enfrentamento por meio de políticas públicas efetivas. Assim, o objetivo deste projeto é apresentar um modelo de análise de decisão multicritério (MCDA) baseado no ELECTRE Tri-B para classificar os municípios do estado do Pará de acordo com o risco à violência contra as mulheres em seus territórios de modo a mapeá-los em ordem decrescente quanto a esse risco. Propõe-se um modelo que considera entre os critérios de análise e classificação a existência de equipamentos de apoio e proteção à mulher nesses municípios, chamado de Índice de Assistência e Proteção (IAP), bem como indicadores socioeconômicos dos municípios como o Produto Interno Bruto (PIB), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Grau de Concentração de Renda (GINI). Os resultados obtidos a partir do modelo de decisão multicritério revelam padrões interessantes: municípios com menor risco de violência contra a mulher (VCM), há equipamentos de proteção e bons indicadores socioeconômicos, mas alta taxa de denúncias, corroborando a máxima de que ambientes com mais mecanismos de proteção à mulher propiciam maior número de denúncias. Assim, a metodologia empregada permitiu a identificação dos municípios em que há maior risco de VCM, o mapeamento desses municípios e regiões possibilitando ações focadas e com mais possibilidade de serem eficazes no combate e prevenção à VCM.

**Palavras-chave:** Violência Contra a Mulher, Análise de Decisão Multicritério, ELECTRE Tri-B, Classificação.

## ABSTRACT

Violence against women (VAW) is one of the most serious local and global public health issues, requiring effective public policies to tackle it. The aim of this project is to present a multi-criteria decision analysis (MCDA) model based on ELECTRE Tri-B to classify municipalities in the state of Pará according to the risk of violence against women in their territories, in order to map them in descending order in terms of this risk. A model is proposed that considers among the criteria for analysis and classification the existence of support and protection facilities for women in these municipalities, called the Assistance and Protection Index (IAP), as well as socio-economic indicators of the municipalities such as Gross Domestic Product (GDP), Human Development Index (HDI) and Degree of Income Concentration (GINI). The results obtained from the multi-criteria decision model reveal interesting patterns: municipalities with a lower risk of violence against women (VCM), protective equipment and good socio-economic indicators, but a high rate of complaints, corroborating the maxim that environments with more mechanisms to protect women lead to a higher number of complaints. Thus, the methodology used allowed for the identification of municipalities where there is a greater risk of VAW, the mapping of these municipalities and regions, enabling targeted actions that are more likely to be effective in combating and preventing VAW.

**Key-words:** Violence Against Women, Multi Criteria Decision Analysis, ELECTRE Tri-B, Classification.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução dos Homicídios de Mulheres no Brasil (1989-2021). . . . .	18
Figura 2 – Evolução dos Homicídios de Mulheres no Estado do Pará (1989-2021)..	19
Figura 3 – Categorias e limites no método ELECTRE Tri . . . . .	27
Figura 4 – Etapas para o desenvolvimento do projeto . . . . .	36
Figura 5 – Etapas da Contrução da Base de Dados. . . . .	40
Figura 6 – Mapa de classificação dos municípios com base no risco de violência contra a mulher. . . . .	46
Figura 7 – Protótipo do <i>dashboard</i> para análise de risco de violência contra mulheres.	46
Figura 8 – Gráfico de Dispersão entre IAP e registros de denúncias. . . . .	48
Figura 9 – Mapa de calor da Correlação entre as variáveis. . . . .	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definição dos pesos dos indicadores que compõem o índice IAP . . . . .	41
Tabela 2 – Média de valores de limites para cada critério. . . . .	43
Tabela 3 – Média de valores de preferências, Veto e Peso para os critérios. . . . .	43
Tabela 4 – Resultado da Classificação Municípios com baixo risco . . . . .	44
Tabela 5 – Resultado da Classificação Municípios com risco muito alto . . . . .	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Notação Básica do Electre Tri-b . . . . .	28
Quadro 2 – Comparativo dos trabalhos relacionados . . . . .	35
Quadro 3 – Indicadores que compõem o índice IAP . . . . .	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano.
IAP	Índice de Apoio e Proteção.
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
MCDA	<i>Multi-Criteria Decision Analysis.</i>
MCDM	<i>Multi-Criteria Decision Making.</i>
ONU	Organizações das Nações Unidas.
PIB	Produto Interno Bruto.
TJM	Tribunal de Justiça do Maranhão
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
VCM	Violência Contra a Mulher.
VDCM	Violência Doméstica Contra a Mulher.

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\lambda$	Letra grega Lambda
$\sigma$	Letra grega Sigma
$\Pi$	Produtório
$\Sigma$	Somatório

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO . . . . .	15
1.1	Considerações Iniciais . . . . .	15
1.2	Justificativa . . . . .	20
1.3	Objetivos . . . . .	21
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i> . . . . .	21
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i> . . . . .	21
1.4	Organização do Texto . . . . .	21
2	ASPECTOS TEÓRICOS NORTEADORES DA PESQUISA .	23
2.1	Possíveis Determinantes da Violência Contra a Mulher . . . . .	23
2.2	Bases de Dados Sobre a Violência Contra a Mulher . . . . .	25
2.3	Método de apoio à decisão multicritério ELECTRE Tri-B . . . . .	26
2.3.1	<i>Algoritmos de Machine Learning e a Inferência de parâmetros para o ELECTRE Tri-B</i> . . . . .	29
2.4	<i>Design e uso de dashboards específicas para o contexto da violência contra a mulher</i> . . . . .	30
3	TRABALHOS RELACIONADOS . . . . .	33
4	ASPECTOS METODOLÓGICOS . . . . .	36
4.1	Planejamento do Estudo . . . . .	37
4.2	Análise de Dados . . . . .	38
4.3	Implementação do modelo . . . . .	39
4.3.1	<i>Construção da base de dados</i> . . . . .	39
4.3.1.1	<i>Cálculo do Índice de Assistência e Proteção a mulheres vítimas (IAP)</i> .	40
4.3.1.2	<i>Normalização</i> . . . . .	41
4.3.1.3	<i>Aplicação do Método Multicritério e Inferência de Parâmetros</i> . . . . .	42
4.4	Resultados do Modelo . . . . .	43
5	DESCOBERTAS: ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO. . . . .	47
5.1	Análise dos Resultados . . . . .	47
5.2	Discussão . . . . .	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	51
	REFERÊNCIAS . . . . .	53
	APÊNDICE A – LISTA DE CLASSIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS . . . . .	57

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

Há mais de três décadas, a Organização das Nações Unidas (ONU) promulgou a Declaração de Viena em uma conferência em que os horizontes de compreensão e o alcance do que se consideravam como direitos humanos foram significativamente ampliados. Declarou-se, em resumo, que a violência contra a mulher (VCM), privada ou em espaços públicos e sob qualquer forma, é incompatível com a dignidade humana, e os direitos humanos das mulheres passaram a ser tidos como inalienáveis, integrais e indivisíveis do conjunto de direitos humanos universais (Bunch; Reilly, 2019); a recente pandemia de COVID-19 mostrou um incremento da violência, evidenciando a incapacidade de ação dos equipamentos públicos voltados à proteção e acolhida às vítimas (Dekel; Abrahams, 2021), (Sánchez *et al.*, 2020) e (Yari *et al.*, 2021).

A Declaração de Viena, promulgada há mais de três décadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), representou um marco significativo no reconhecimento e na ampliação do entendimento dos direitos humanos. Esta declaração estabeleceu claramente que a violência contra a mulher, seja em espaços privados ou públicos e em qualquer uma de suas formas, é incompatível com a dignidade humana. A partir deste ponto, os direitos humanos das mulheres passaram a ser considerados inalienáveis, integrais e indivisíveis do conjunto de direitos humanos universais.

Em complemento à Declaração de Viena, outros documentos internacionais fundamentais sobre os direitos da mulher merecem destaque. O primeiro deles é o Pacto Internacional sobre Direitos Civis e Políticos (1966). Este documento, adotado pela XXI Sessão da Assembleia-Geral das Nações Unidas em 16 de dezembro de 1966, foi ratificado pelo Brasil mediante o Decreto nº 592, de 06 de julho de 1992, representando um compromisso significativo do país com os direitos humanos em âmbito global.

Outra convenção crucial é a Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra a Mulher (1979), datada de 18 de dezembro de 1979. Assinada pela República Federativa do Brasil em Nova York, em 31 de março de 1981, esta convenção foi incorporada ao ordenamento jurídico brasileiro pelo Decreto nº 4.377, de 13 de setembro de 2002. Ela é um pilar importante na luta contra a discriminação de gênero e na promoção da igualdade.

Além disso, é essencial mencionar a Convenção Interamericana para Prevenir, Punir e Erradicar a Violência contra a Mulher (1994), realizada em Belém do Pará. Esta convenção, datada de 9 de junho de 1994, foi integrada à legislação brasileira por meio

do Decreto nº 1.973, de 01 de agosto de 1996. Representa um avanço significativo no comprometimento regional para a erradicação da violência contra a mulher.

Em um estudo recente, (Basilio *et al.*, 2021) observa-se que a pesquisa sobre violência doméstica tem crescido ao longo do tempo, com um aumento significativo no número de publicações nas últimas décadas. Entretanto, os autores também identificaram limitações na pesquisa, como a falta de dados confiáveis em muitos países e a subnotificação da violência doméstica. Essas descobertas destacam a necessidade de pesquisas contínuas sobre violência doméstica e de abordar essas questões para melhorar a compreensão do tema e desenvolver intervenções eficazes.

Em consonância com as preocupações ressaltadas em pesquisas contemporâneas, a legislação do Brasil estabelece um arcabouço legal específico para o enfrentamento da violência doméstica. De acordo com o artigo 5º da Lei Federal nº 11.340/2006, conhecida como Lei Maria da Penha, a violência doméstica é definida como qualquer ação ou omissão baseada em gênero que resulte em morte, lesão, sofrimento físico, sexual ou psicológico, além de dano moral ou patrimonial.

Ao abordar as complexidades da violência de gênero, destaca-se a Resolução nº 492/CNJ, de 17 de março de 2023, que institui a obrigatoriedade de capacitação de magistrados em direitos humanos, gênero, raça e etnia, com uma abordagem interseccional. Paralelamente, a Recomendação nº 02/CNMP, de 22 de março de 2023, visa assegurar a atuação do Ministério Público com uma perspectiva de gênero voltada para modificar práticas jurídicas ou consuetudinárias que perpetuam a tolerância e a persistência da violência contra a mulher, além de garantir tratamento igualitário na temática de gênero.

Portanto, essas discussões, que englobam desde a percepção global da violência contra a mulher como um problema de direitos humanos até as especificidades da legislação e as nuances da violência de gênero no Brasil, ressaltam a complexidade e a natureza multifacetada da violência doméstica. Reconhecendo a violência de gênero como uma expressão de relações de poder historicamente desiguais entre homens e mulheres, a Lei Maria da Penha e as políticas judiciais relacionadas buscam abordar essa dinâmica, com o objetivo de não apenas punir, mas também prevenir e educar contra tais atos.

Além disso, este estudo desenvolve um modelo que pode ser adaptado e aplicado em outros contextos, oferecendo uma ferramenta para análise e intervenção. Este entendimento expandido da violência de gênero serve como base para a próxima seção, que explora os diversos tipos de violência de gênero, suas manifestações e impactos na sociedade brasileira, com ênfase particular no estado do Pará

Dentre as diversas formas de violência enfrentadas pelas mulheres nas últimas décadas, destacam-se as discriminações e as violências físicas, psicológicas, econômicas e sexuais. Um aspecto alarmante é o tráfico sexual de meninas e mulheres, uma grave violação

de seus direitos e dignidade, como apontado por Engel (2020). Além disso, é importante reconhecer que certas mulheres enfrentam violências específicas devido à interseção de sua condição de gênero com outras vulnerabilidades, como serem indígenas, negras, migrantes, pobres ou habitantes de comunidades rurais remotas.

Recentemente, com a promulgação da Lei nº 14.192/2021, a violência política emerge como mais uma categoria crítica a ser considerada. Esta lei reconhece e busca combater atos que impeçam, obstaculizem ou dificultem a participação política da mulher, refletindo uma atualização legislativa significativa, mesmo que não diretamente relacionada ao foco central deste trabalho.

Reconhecendo a complexidade e a variedade dessas formas de violência, a legislação brasileira, por meio da Lei 11.340/06, especifica cinco formas de violência doméstica e familiar contra a mulher, visando coibir e prevenir tais práticas.

As formas de violência definidas pela lei incluem: violência física, caracterizada por qualquer conduta que ofenda a integridade ou saúde corporal da mulher; violência psicológica, que envolve ações que causam dano emocional, diminuição da autoestima ou que prejudiquem e perturbem o pleno desenvolvimento da mulher; violência sexual, que se refere a qualquer conduta que constranja a mulher a presenciar, a manter ou a participar de relação sexual não desejada; violência patrimonial, que consiste na retenção, subtração, destruição parcial ou total de seus objetos, instrumentos de trabalho, documentos pessoais, bens e valores; e, por fim, violência moral, que abrange calúnia, difamação ou injúria (SILVA; ROUSSEFF *et al.*, 2006).

A crescente gravidade dos impactos causados pela violência contra as mulheres tem impulsionado sociedades ao redor do mundo a adotar legislações específicas para combater esses delitos. No Brasil, a promulgação da Lei 11.340/06, conhecida como Lei Maria da Penha, marca um avanço significativo neste âmbito. Esta lei institui mecanismos efetivos para coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher, incluindo a criação de varas judiciais especializadas e a imposição de punições direcionadas aos agressores.

Além de objetivar a punição, estas medidas buscam prevenir a violência contra as mulheres, que em muitos casos pode resultar em fatalidades. É crucial destacar que, além dos mecanismos repressivos, a Lei Maria da Penha prevê estratégias educativas e de reabilitação para os agressores, como evidenciado pelos 'grupos reflexivos para homens agressores' implementados no Ministério Público do Pará. Estas iniciativas revelam um esforço no sentido de não apenas punir, mas também transformar comportamentos, visando à redução efetiva dos casos de violência contra as mulheres.

O intuito dessas medidas transcende a mera punição, buscando prevenir atos de violência que, frequentemente, podem culminar em desfechos fatais. Tais iniciativas são fundamentais na construção de uma sociedade mais justa e segura para as mulheres.

O Atlas da Violência, organizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), aponta que no Brasil, em 2019, houve uma redução significativa no número de mulheres assassinadas, totalizando 3.737 casos, em comparação aos 4.519 homicídios femininos registrados em 2018, representando uma diminuição de 17,3% nos números absolutos. Esta tendência de redução acompanha o indicador geral de homicídios, incluindo homens e mulheres, que caiu 21,5% em relação ao ano anterior.

No entanto, é importante destacar o aumento expressivo de Mortes Violentas por Causa Indeterminada (MVCI), que subiram 352% de 2018 para 2019, indicando a necessidade de cautela ao interpretar esses dados, já que houve um aumento significativo nos anos posteriores, alcançando a marca de 3.858 casos em 2021 (Alves *et al.*, 2021). Outro ponto importante a ser destacado é quanto a interseccionalidade gênero/raça. Para isso, o relatório aponta que:

Os números absolutos revelam ainda maior desigualdade na intersecção entre raça e sexo na mortalidade feminina. Entre 2009 e 2019, o total de mulheres negras vítimas de homicídios apresentou aumento de 2%, passando de 2.419 vítimas em 2009, para 2.468 em 2019. Enquanto isso, o número de mulheres não negras assassinadas caiu 26,9% no mesmo período, passando de 1.636 mulheres mortas em 2009 para 1.196 em 2019 (Alves *et al.*, 2021, p.40).

A Figura 1 mostra a evolução dos homicídios de mulheres no Brasil no período entre 1989 e 2021.

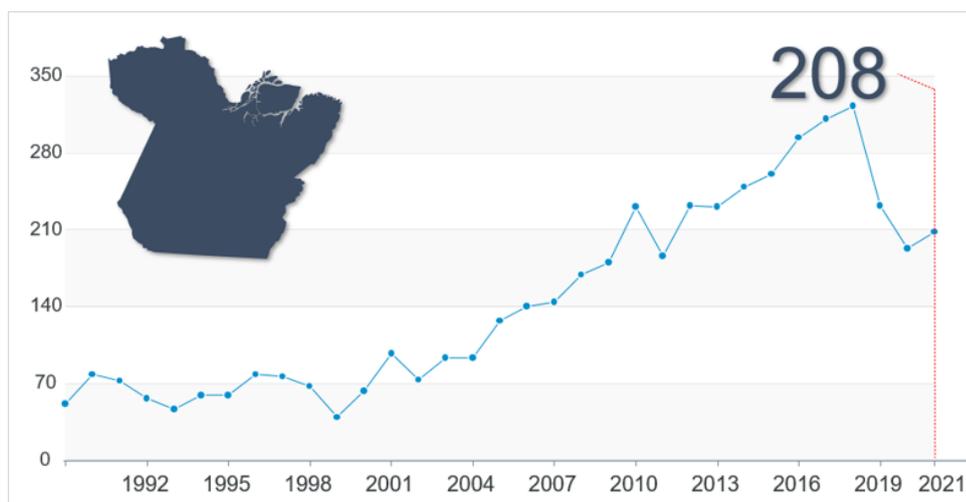
Figura 1 – Evolução dos Homicídios de Mulheres no Brasil (1989-2021).



Fonte:(Alves *et al.*, 2021), Atlas da Violência, versão 2.7

Especificamente no estado do Pará, os dados mostram uma realidade preocupante. Em 2019, o Pará apresentou uma taxa de 51 homicídios femininos por 100 mil habitantes, ocupando a quarta posição entre os estados brasileiros com as maiores taxas. O número

Figura 2 – Evolução dos Homicídios de Mulheres no Estado do Pará (1989-2021).



Fonte:(Alves *et al.*, 2021), Atlas da Violência, versão 2.7

de homicídios de mulheres no Pará apresentou variações significativas ao longo dos anos, com um aumento de 289% entre 2009 e 2019. Como apresentado na Figura 2, a Evolução de homicídio de mulheres, de acordo com o Atlas da Violência, mostra que o estado ocupa a quarta posição em homicídios de mulheres (Alves *et al.*, 2021), com 208 casos em 2021. Este aumento reflete a gravidade da violência contra a mulher nesse estado e ressalta a necessidade de políticas públicas efetivas para combater, prevenir e prestar assistência par vítimas em situação de violência. O Pará tem 144 municípios, 21 regiões imediatas e 7 regiões intermediárias (IBGE, 2019).<sup>1</sup>

É neste contexto que surge a presente pesquisa cujo objetivo é apresentar um modelo de análise de decisão multicritério (MCDA) baseado no ELECTRE Tri-B para classificar os municípios do estado do Pará de acordo com o risco à violência doméstica contra as mulheres em seus territórios de modo a mapeá-los em ordem decrescente quanto a esse risco, levando em consideração critérios socioeconômicos locais e a existência de redes de proteção às mulheres vítimas de violência doméstica. Além disso, pretende-se possibilitar a visualização gráfica das informações a fim de contribuir no processo de tomada de decisão de órgãos públicos no combate e enfrentamento da violência doméstica contra mulher, especialmente na formulação de políticas públicas voltadas a esse fim.

<sup>1</sup> As Figuras 1 e 2 apresentam a tendência dos homicídios de mulheres ao longo do tempo, com dados nacionais e específicos do Estado do Pará. As linhas representam a evolução anual do número de casos. A inclusão de imagens do mapa do Pará e do Brasil serve para diferenciar visualmente os conjuntos de dados.

## 1.2 Justificativa

Considerando-se o cenário acima descrito, a pesquisa ora dissertada pode ser, justificada a partir de dois principais campos nela presentes: a) A aplicação do método de classificação multicritério em dados de VCM e b) as contribuições que isso pode trazer à descoberta, acompanhamento e possíveis intervenções para o tratamento de casos de VCM.

A abordagem multicritério, neste contexto, destaca-se como uma ferramenta analítica que permite a integração e avaliação simultânea de diversos fatores que influenciam a VCM. Considerando a complexidade inerente a este fenômeno — que envolve dimensões econômicas, sociais, culturais e legais — a análise multicritério possibilita uma compreensão mais holística e detalhada dos padrões de violência. Esta metodologia é particularmente relevante para aferir o risco e a vulnerabilidade de maneira mais precisa, fornecendo assim uma base sólida para a formulação de políticas públicas mais efetivas.

A necessidade de abordar a violência contra a mulher (VCM) é enfatizada pela ampliação dos direitos humanos reconhecida pela ONU e pela Lei Maria da Penha no Brasil. A pandemia de COVID-19, além de destacar a prevalência da violência doméstica, expôs a insuficiência dos mecanismos de proteção existentes. Diversos estudos, como os de (Basilio *et al.*, 2021), (Decker *et al.*, 2015), e (Engel, 2020), ressaltam a complexidade da VCM e a influência de fatores socioeconômicos e demográficos, incluindo raça, renda e educação, na vulnerabilidade das mulheres à violência. Essa complexidade é refletida nas estatísticas nacionais e do estado do Pará, demonstrando a gravidade e o aumento da violência contra mulheres. A presente pesquisa justifica-se, portanto, pela urgência em desenvolver abordagens mais eficazes para compreender, combater, prevenir e prestar assistência (vítimas e agressores), com foco particular na realidade do Pará.

Complementarmente, é necessário ressaltar que a relevância da pesquisa transcende o âmbito acadêmico, projetando-se sobre a sociedade como um todo. A violência contra a mulher não é apenas um indicativo de desigualdades profundas, mas também um obstáculo ao desenvolvimento social e econômico sustentável. Neste sentido, a pesquisa oferece um potencial transformador, almejando impactar positivamente a vida de inúmeras mulheres ao fornecer a compreensão de que pode orientar ações concretas no combate à violência. Ademais, ao focar na realidade do Pará, um estado com características socioeconômicas particulares, o estudo aborda a VCM em um contexto específico, o que pode revelar dinâmicas únicas e soluções contextualizadas. Portanto, esta pesquisa não é apenas uma contribuição intelectual, mas também um compromisso ético com a promoção da equidade e da justiça social.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 *Objetivo Geral*

Desenvolver um modelo de Análise de Decisão Multicritério (MCDA) baseado no ELECTRE Tri-B para classificar municípios do Pará em relação ao risco de violência contra mulheres. Este modelo visa contribuir para a visualização gráfica de áreas de risco, facilitando a tomada de decisão e a formulação de políticas públicas mais efetivas no combate à violência contra a mulher.

### 1.3.2 *Objetivos Específicos*

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos são estabelecidos:

- a) Analisar indicadores socioeconômicos e demográficos que influenciam a incidência de violência contra a mulher, com foco particular nos municípios do Pará.
- b) Utilizar dados de fontes confiáveis, como o IBGE, IPEA e disque 180 (Ministério da Mulher), para avaliar a situação atual da violência contra a mulher no Brasil e no Pará.
- c) Aplicar o método ELECTRE Tri-B para classificar os municípios do Pará segundo o risco de violência contra a mulher.
- d) Criar mapas e visualizações gráficas que ilustrem a distribuição e a intensidade da violência contra mulheres nos municípios do Pará.
- e) Disponibilizar o código-fonte do modelo para contribuir com a comunidade científica e permitir a replicação e adaptação do estudo em outros contextos.

## 1.4 Organização do Texto

Esta dissertação está estruturada de forma a proporcionar uma compreensão abrangente e sistemática do modelo de Análise de Decisão Multicritério aplicado ao contexto da violência contra mulheres nos municípios do Pará. Visando clareza e profundidade, o trabalho está organizado nos seguintes capítulos:

No Capítulo 2, 'Aspectos Teóricos Norteadores da Pesquisa', a dissertação se aprofunda na literatura que fundamenta o estudo. Inicialmente, a seção 'Possíveis Determinantes da Violência Contra a Mulher' investiga as múltiplas causas e influências que levam à violência, considerando tanto a literatura acadêmica quanto documentos legais e institucionais de organizações como a ONU. A seção subsequente, 'Bases de Dados Sobre a Violência Contra a Mulher', detalha as fontes dos dados utilizados, ressaltando a

importância de informações precisas e confiáveis provenientes de órgãos públicos. A última seção desse capítulo, 'Método de apoio à decisão multicritério ELECTRE Tri-B', discorre sobre o modelo teórico e computacional que serve de alicerce para o método escolhido na pesquisa.

O Capítulo 3, 'Trabalhos Relacionados', é dedicado à revisão de literatura específica sobre estudos anteriores relacionados à violência contra a mulher, criando um diálogo entre este estudo e as pesquisas preexistentes, e destacando a contribuição única deste trabalho no campo.

Em seguida, o Capítulo 4, 'Aspectos Metodológicos', descreve detalhadamente o desenho da pesquisa, os materiais e as etapas metodológicas utilizadas. Abrange desde a 'Análise de Dados' e 'Implementação do modelo' até a 'Construção da base de dados' e a 'Aplicação do Método Multicritério', culminando na apresentação dos 'Resultados do Modelo'. Este capítulo é essencial para entender como o modelo foi desenvolvido, validado e quais são suas potenciais aplicações.

A Análise dos Resultados é explorada no Capítulo 5, onde são interpretados os dados e resultados obtidos, proporcionando uma discussão crítica sobre o que eles revelam em relação ao risco de violência contra mulheres nos municípios analisados.

Cada capítulo contribui para o corpo da dissertação, garantindo que os resultados não sejam apenas apresentados, mas inseridos em um contexto mais amplo de pesquisa acadêmica e aplicação prática. O trabalho encerra-se reafirmando a relevância de um diálogo contínuo entre as várias áreas do conhecimento para abordar de maneira efetiva e sensível as questões urgentes que afetam as mulheres e, por extensão, a sociedade como um todo.

## 2 ASPECTOS TEÓRICOS NORTEADORES DA PESQUISA.

Este capítulo é dedicado a estabelecer o terreno conceitual e literário que serve de alicerce para este estudo. O objetivo é elucidar as questões centrais que circundam o tema em análise, criando um diálogo coeso entre as teorias existentes e as novas contribuições trazidas por esta pesquisa. A profundidade no entendimento teórico é crucial, pois fornece o suporte necessário para elaborar um modelo robusto de Análise de Decisão Multicritério (MCDA), adaptado especificamente aos desafios e nuances dos municípios do Pará no contexto da violência contra mulheres.

Nesta seção, propõe-se a explorar detalhadamente cada um dos objetivos específicos previamente estabelecidos. O intuito é assegurar que a construção do conhecimento ocorra de maneira progressiva e acumulativa, proporcionando uma base sólida para as fases subsequentes da pesquisa.

### 2.1 Possíveis Determinantes da Violência Contra a Mulher

Indicadores socioeconômicos e demográficos são amplamente estudados como fatores que podem contribuir para a VCM. Segundo dados do IBGE, mulheres negras, pobres e com baixa escolaridade têm maior probabilidade de serem vítimas de violência doméstica no Brasil (Alves *et al.*, 2021).

Esta vulnerabilidade é ampliada em contextos de baixa renda, como destaca Decker *et al.* (2015), onde a violência de gênero é uma constante entre meninas adolescentes e mulheres adultas jovens em países de baixa renda. Por sua vez, a falta de autonomia financeira é um fator crucial na perpetuação da violência doméstica, uma vez que as mulheres que dependem financeiramente dos seus parceiros têm menos probabilidades de conseguir sair de uma situação abusiva, o que aumenta o risco de violência; além disso, as mulheres com empregos precários e salários baixos também enfrentam dificuldades em sair de uma relação violenta (Silva *et al.*, 2009).

Este cenário é reforçado pela relação entre educação e violência. Segundo Koenig *et al.* (2006), níveis mais elevados de educação entre as mulheres são geralmente considerados factores protectores contra o risco de sofrer violência doméstica. Neste sentido, as mulheres com menos educação são mais susceptíveis de sofrer violência física, psicológica e sexual. Tal deve-se, em parte, à falta de recursos para reconhecer e lidar com situações abusivas (Sanz-Barbero *et al.*, 2018).

No entanto, entre os fatores interligados com o nível de educação e rendimento que representam condicionantes de maior ou menor risco para as mulheres serem vítimas de

violência, não deve ser esquecida a questão demográfica; assim, as mulheres que vivem em áreas rurais e remotas enfrentam mais dificuldades em obter ajuda em caso de violência, pois muitas vezes não têm acesso a serviços de apoio e proteção. Para além disso, as mulheres pertencentes a minorias étnicas ou religiosas enfrentam um conjunto de desigualdades sociais que as tornam ainda mais vulneráveis à violência (Engel, 2020).

É crucial reconhecer, no entanto, que ser parte de uma minoria étnica ou religiosa não implica, por si só, em vulnerabilidade. A relação entre pertencer a uma minoria e ser vulnerável à violência é complexa e pode variar amplamente, influenciada por uma gama de condições socioeconômicas e culturais. Vulnerabilidade é um conceito complexo, determinado não somente pela etnia ou religião, mas também por outros fatores como status econômico, localização geográfica, e acesso a recursos educacionais e de apoio.

No presente trabalho, considera-se a importância que esses fatores têm para uma maior ou menor incidência ou risco de VCM; assim, no que se refere aos municípios e regiões do Pará, adotam-se índices que, melhor representam os fatores apontados nos parágrafos anteriores dada a sua importância do ponto de vista socioeconômico, a saber: o Índice de Apoio e Proteção (IAP), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o Produto Interno Bruto (PIB) per capita e o Grau de Concentração de Renda (GINI), que ajudam a compreender o contexto social e econômico em que ocorre a VCM.

O IDH é um indicador que mede o desenvolvimento humano de um país, tendo em conta factores como a esperança de vida, a educação e o rendimento per capita. O IDH pode ser útil para compreender a relação entre a VCM e o desenvolvimento humano, uma vez que os municípios com IDH mais baixo tendem a registar taxas mais elevadas de VCM.

O PIB per capita é uma medida que indica a riqueza média de uma população. Os países com um PIB per capita mais elevado tendem a registar taxas mais baixas de VCM. Isto pode ser explicado, em parte, pelo facto de as mulheres dos países mais ricos terem mais recursos para receber ajuda e proteção em caso de violência.

O Índice de Gini mede a desigualdade de rendimentos. Valores mais elevados tendem a apresentar taxas mais elevadas de VCM, uma vez que a desigualdade de rendimentos pode conduzir a uma maior vulnerabilidade económica e social das mulheres.

A importância dos serviços de apoio e proteção às mulheres vítimas de violência também é fator determinante e essenciais para ajudar as mulheres a ultrapassar a violência e a retomar as suas vidas. Estes serviços podem incluir delegacias de polícia especializadas, casas de abrigo, centros de apoio psicológico, serviços jurídicos, de direitos humanos e sociais. Estes serviços proporcionam um ambiente seguro para as mulheres vítimas de violência, oferecendo-lhes proteção e apoio para lidarem com o trauma físico e psicológico causado pela violência (Lefèvre; Lefèvre, 2011).

Tal como descrito por (Alves; Couto; Pedrosa, 2017), a rede de serviços de apoio

às mulheres é fundamental para garantir que as vítimas recebem assistência adequada e eficaz. Esses serviços devem ser acessíveis a todas as mulheres, independentemente de sua localização geográfica ou situação financeira.

No Brasil, existem muitos serviços de apoio e proteção às mulheres vítimas de violência, como casas-abrigo, centros de atendimento à mulher, delegacias especializadas e casas de passagem, entre outros. A Casa da Mulher Brasileira, por exemplo, é um centro integrado de serviços que oferece apoio psicológico, assistência social, serviços jurídicos e abrigo temporário para mulheres vítimas de violência.

No entanto, o acesso a esses serviços pode variar de acordo com a região e a disponibilidade de recursos. É por isso que a criação de um índice específico para classificar os municípios com base na qualidade desses serviços é uma necessidade urgente. Este índice poderia ajudar a identificar as zonas onde os serviços são acessíveis e onde é necessário investir mais recursos para os melhorar.

## 2.2 Bases de Dados Sobre a Violência Contra a Mulher

A violência contra a mulher é uma problemática social grave e persistente no Brasil. A obtenção de dados confiáveis e abrangentes é um desafio significativo neste campo, dada a subnotificação e a complexidade das dinâmicas sociais envolvidas. Diversos estudos têm sido conduzidos para entender melhor essa questão, utilizando bases de dados para analisar e visualizar a extensão e a natureza da violência contra a mulher no país.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) fornece dados socioeconômicos e demográficos que são fundamentais para compreender o contexto em que a violência ocorre. Estes dados ajudam a identificar padrões e tendências, contribuindo para uma análise mais aprofundada da violência de gênero no Brasil.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) são outras fontes cruciais de informação. O IPEA realiza análises e estudos que contribuem para a formulação de políticas públicas, enquanto o SINAN registra e analisa casos de violência notificados nos serviços de saúde. Estas bases de dados são complementadas pelos registros de ocorrências coletados a partir do Disque 180, um serviço de atendimento a mulheres em situação de violência.

Um exemplo notável é o trabalho de (Silva; Morais; Morais, 2021) que foca no desenvolvimento de uma plataforma digital que facilita a visualização intuitiva de dados abertos sobre violência contra a mulher, com um enfoque especial no estado da Paraíba. A plataforma busca tornar os dados mais acessíveis e compreensíveis, contribuindo para uma maior conscientização e entendimento da problemática.

Outro estudo relevante é de (Carneiro *et al.*, 2022), que realiza uma revisão

integrativa que examina o perfil da violência doméstica contra a mulher no Brasil. Utilizando bases de dados como LILACS, MEDLINE e SCIELO, o estudo identifica características comuns dos agressores e os tipos de violência mais prevalentes, oferecendo uma visão abrangente da situação atual.

Durante a pandemia de COVID-19, um aumento nos casos de feminicídio foi observado, conforme discutido por (Ramos; Morais, 2022). Este estudo destaca uma "epidemia" de feminicídios dentro da pandemia do coronavírus, com um aumento de 22% nos casos em 12 estados brasileiros nos primeiros meses da pandemia. Os dados apontam para a necessidade urgente de políticas públicas mais efetivas no combate à violência contra a mulher.

Esses estudos demonstram a importância de analisar dados para entender a violência contra a mulher no Brasil. Eles oferecem bases para a formulação de políticas públicas, programas educacionais e iniciativas de conscientização, visando combater essa grave questão social.

### 2.3 Método de apoio à decisão multicritério ELECTRE Tri-B

De acordo com (Roy, 1996), os métodos de múltiplos critérios podem ser classificados em três abordagens com base na modelagem das preferências do tomador de decisão: abordagem de síntese de critério único, abordagem de sobraclassificação e abordagem interativa de julgamento local. Para este artigo, adota-se a abordagem de sobraclassificação.

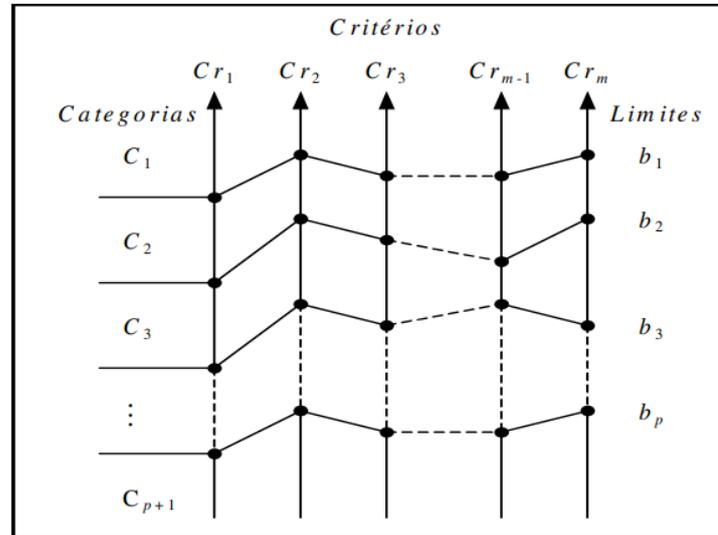
A classificação dos municípios do Pará quanto ao risco de violência é um desafio importante para pesquisadores e administradores públicos que trabalham na área de segurança pública. Portanto, é fundamental escolher um método de classificação confiável e eficiente que possa fornecer informações precisas e úteis para a tomada de decisões.

Nesse sentido, o método ELECTRE TRI-b foi escolhido, pois é capaz de lidar com dados imprecisos e incertos, o que é comum em problemas reais de classificação de alternativas, ou seja, busca-se atribuir o desempenho das alternativas a categorias pré-definidas.

Além de gerar uma classificação das alternativas, o método oferece vantagens específicas em comparação com outros métodos de classificação, como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e o *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). O AHP é um método de análise hierárquica que também considera múltiplos critérios, mas requer a definição de uma estrutura hierárquica para os critérios, o que pode ser desafiador em problemas complexos. No entanto, apesar desses desafios em cenários complexos, em outras situações, como na atribuição de pesos aos critérios, o AHP pode se revelar uma ferramenta ideal, proporcionando uma abordagem sistemática para a análise multicritério. Já o método TOPSIS é um método que utiliza a distância euclidiana entre as alternativas

e os critérios, o que pode ser problemático quando os critérios têm naturezas diferentes e não podem ser comparados diretamente.

Figura 3 – Categorias e limites no método ELECTRE Tri



Fonte:(Wei, 1992)

De acordo com (Barros; Pereira; Roboredo, 2021), o método ELECTRE Tri-B foi desenvolvido para resolver problemas de classificação ordenada através da comparação de alternativas com perfis de referência, que constituem os limites de cada classe estabelecida (categoria), conforme mostra a Figura 3.

Segundo (Mousseau; Slowinski; Zielniewicz, 2000), dado que  $G = g_1, g_2, \dots, g_j$  é um conjunto contendo  $j$  critérios e cada um com um peso (nível de importância)  $w_j$ , para  $X = x_1, x_2, x_3, \dots$  é um vetor em  $R^j$  que representa as classificações de uma alternativa genérica  $x$  em cada critério em  $G$  e, finalmente, considerando que  $B = b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$  é um conjunto de  $n + 1$  perfis de referência em que  $b_{h-1}$  e  $b_h$  são, respectivamente, os limites inferior e superior para  $h^{th}$  classes.

Para cada classe  $h$  e cada critério  $j$ ,  $g_j(b_h)$ , representa a avaliação do limite superior da classe  $h^{th}$  pelo critério  $j^{th}$ . Para cada alternativa  $x_i$  e cada critério  $j$ ,  $g_j(x_i)$  representa a avaliação da alternativa  $i^{th}$  pelo critério  $j^{th}$ . A sobreclassificação depende de o valor absoluto da diferença  $g_j(x_i) - g_j(b_h)$  ser superior aos limiares pré-determinados de indiferença ( $q_j$ ), preferência ( $p_j$ ) e vetor ( $v_j$ ), em que  $v_j \geq p_j \geq q_j$ . Em seguida, são executados os passos para obter as relações de sobreclassificação.

Quadro 1 – Notação Básica do ELECTRE Tri-b.

Notação	Descrição
$X_i$	Alternativa i.
$b_h$	Fronteira de classes h.
$c_j(x_i, b_h)$	Concordância parcial entre alternativa e classe.
$c_j(b_h, x_i)$	Concordância parcial entre classe e alternativa.
$C(x_i, b_h)$	Concordância global entre alternativa e classe.
$C(b_h, x_i)$	Concordância global entre classe e alternativa.
$D(x_i, b_h)$	Discordância parcial entre alternativa e classe.
$D(b_h, x_i)$	Discordância parcial entre classe e alternativa.
$\sigma(x_i, b_h)$	Índice de credibilidade entre alternativa e classe.
$\sigma(b_h, x_i)$	Índice de credibilidade entre classe e alternativa.
$W_j$	Peso do critério j.
$g_j(x_i)$	Desempenho do critério j em relação a alternativa i.
$g_j(b_h)$	Desempenho do critério j em relação a classe h.
$p_j$	Preferência estrita do critério j.
$q_j$	Preferência fraca do critério j.
$v_j$	Veto do critério j.
$v_j \geq p_j \geq q_j$	Hierarquia entre as preferências e o veto.
$\lambda$	Nível de corte, onde $0.5 \leq \lambda \leq 1$

Fonte:(Pereira, 2017).

a) Cálculo do grau de concordância parcial  $c_j(x_i, b_h)$  e  $c_j(b_h, x_i)$  (equações 2.1 e 2.2)

$$c_j(x_i, b_h) = \begin{cases} 0, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(x_i) \geq p_j \\ 1, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(x_i) < q_j \\ \frac{p_j - g_j(b_h) + g_j(x_i)}{p_j - q_j} & \text{se } q_j \leq g_j(b_h) - g_j(x_i) < p_j \end{cases} \quad (2.1)$$

$$c_j(b_h, x_i) = \begin{cases} 0, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(x_i) \geq p_j \\ 1, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(x_i) < q_j \\ \frac{p_j - g_j(x_i) + g_j(b_h)}{p_j - q_j} & \text{se } q_j \leq g_j(x_i) - g_j(b_h) < p_j \end{cases} \quad (2.2)$$

b) Cálculo do grau de concordância global  $C(x_i, b_h)$  e  $C(b_h, x_i)$  (equações 2.3 e 2.4)

$$C(x_i, b_h) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j c_j(x_i, b_h)}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (2.3)$$

$$C(b_h, x_i) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j c_j(b_h, x_i)}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (2.4)$$

c) Cálculo do grau de discordância parcial  $D_j(x_i, b_h)$  e  $D_j(b_h, x_i)$  (equações 2.5 e 2.6)

$$D_j(x_i, b_h) = \begin{cases} 0, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(x_i) < p_j \\ 1, & \text{se } g_j(b_h) - g_j(x_i) \geq v_j \\ \frac{-p_j - g_j(x_i) + g_j(b_h)}{v_j - p_j} & \text{se } p_j \leq g_j(b_h) - g_j(x_i) < v_j \end{cases} \quad (2.5)$$

$$D_j(b_h, x_i) = \begin{cases} 0, & \text{se } g_j(x_i) - g_j(b_h) < p_j \\ 1, & \text{se } g_j(x_i) - g_j(b_h) \geq v_j \\ \frac{-p_j - g_j(b_h) + g_j}{v_j - p_j}, & \text{se } p_j \leq g_j(x_i) - g_j(b_h) < v_j \end{cases} \quad (2.6)$$

- d) Cálculo do grau de credibilidade  $\sigma(x_i, b_h)$  e  $\sigma(b_h, x_i)$ , que expressa confiança na expressão “ $x_i$  não é pior do que  $b_h$ ” (equações 2.7 e 2.8).

$$\sigma(x_i, b_h) = \begin{cases} C(x_i, b_h) \times \prod_{j=1}^n \frac{1 - D_j(x_i, b_h)}{1 - C(x_i, b_h)}, & \text{se } D_j(x_i, b_h) > C(x_i, b_h) \\ C(x_i, b_h), & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2.7)$$

$$\sigma(b_h, x_i) = \begin{cases} C(b_h, x_i) \times \prod_{j=1}^n \frac{1 - D_j(b_h, x_i)}{1 - C(b_h, x_i)}, & \text{se } D_j(b_h, x_i) > C(b_h, x_i) \\ C(b_h, x_i), & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2.8)$$

- e) A decisão de classificação excessiva ainda depende de um parâmetro previamente determinado, o nível de corte lambda ( $\lambda$ ) (equação 2.9).

$$x_i S b_h, \quad \text{Se } \sigma(x_i, b_h) \geq \lambda; \quad 0.5 \leq \lambda \leq 1 \quad (2.9)$$

### 2.3.1 Algoritmos de Machine Learning e a Inferência de parâmetros para o ELECTRE Tri-B

O método ELECTRE Tri-B é amplamente reconhecido por sua aplicação em problemas de classificação ordenada, nos quais alternativas são atribuídas a categorias predefinidas com base em critérios múltiplos. Esta afirmação é reforçada e comprovada na seção de trabalhos relacionados, onde diversos autores destacam a eficácia e a aplicabilidade do ELECTRE Tri-B em diferentes contextos de decisão. Além disso, estudiosos como Mousseau (2000), em seus trabalhos sobre métodos de decisão multicritério, têm frequentemente validado o uso do ELECTRE Tri-B em cenários complexos. Uma das principais complexidades deste método reside na inferência de seus parâmetros, que inclui pesos de critérios, perfis de referência e níveis de corte. A definição direta desses parâmetros por um tomador de decisão (DM) pode ser uma tarefa cognitivamente desafiadora, motivando o uso de abordagens indiretas para sua inferência.

Neste sentido (Mousseau; Slowinski; Zielniewicz, 2000) destaca em sua pesquisa, o ELECTRE TRI *Assistant*, que foi desenvolvido como uma ferramenta específica que reduz

o esforço cognitivo do DM na fase de calibração do modelo. Isso é alcançado inferindo os parâmetros preferenciais do ELECTRE TRI a partir de exemplos de atribuições fornecidos pelo DM. Assim, em vez de elicitar diretamente os parâmetros do modelo, o ELECTRE TRI *Assistant* utiliza informações holísticas fornecidas pelo DM através de exemplos de atribuição, isto é, alternativas atribuídas pelo DM a categorias de acordo com suas preferências abrangentes.

A abordagem de (Fernández; Figueira; Navarro, 2019), apresenta um método baseado em otimização evolutiva (algoritmo genético) para inferir os parâmetros do modelo ELECTRE TRI-nB, que é utilizado em decisões multicritério. O ELECTRE TRI-nB é uma extensão do ELECTRE TRI, onde as fronteiras entre as categorias são definidas por vários perfis limitantes, o que implica numa maior complexidade na definição dos parâmetros pelo tomador de decisão (DM). O estudo foca na elicitação indireta desses parâmetros, que requer menos esforço cognitivo do DM e é mais adequada para modelos como o ELECTRE TRI-nB, que tem uma grande quantidade de perfis limitantes a serem definidos.

Recentemente, abordagens que utilizam algoritmos de Machine Learning têm sido mais exploradas para aprimorar o processo de inferência de parâmetros no ELECTRE Tri-B. O método ELECTRE TREE, desenvolvido por (Barros; Pereira; Roboredo, 2021), é um exemplo notável. Este método incorpora técnicas de aprendizado de máquina, especificamente o algoritmo *Random Forest*, para inferir os parâmetros do ELECTRE Tri-B de maneira mais eficiente e objetiva. Este avanço metodológico permite superar algumas das limitações encontradas nos métodos tradicionais de inferência, que frequentemente dependem de julgamentos subjetivos e podem ser suscetíveis a erros.

O ELECTRE TREE se baseia em um procedimento de votação ou fusão para classificar alternativas, oferecendo uma solução prática e eficiente para problemas de estrutura. O algoritmo se destaca por sua capacidade de elicitar parâmetros a partir de regras otimistas ou pessimistas e por sua flexibilidade em lidar com exemplos de atribuição ou clusters gerados pelo algoritmo K-means++ (Barros; Pereira; Roboredo, 2021).

Destarte, a integração de algoritmos de Machine Learning na inferência de parâmetros do ELECTRE Tri-B, representa a melhor escolha para a aplicação no problema desta pesquisa, pois a abordagem apresentou não somente melhora a objetividade e eficiência do processo de decisão, mas também aumenta a precisão e confiabilidade dos resultados, o que é crucial em aplicações práticas de análise de decisão multicritério.

## 2.4 *Design* e uso de *dashboards* específicas para o contexto da violência contra a mulher

A representação de dados em *dashboards* é uma arte tanto quanto uma ciência, onde a precisão e a clareza dos dados apresentados devem andar de mãos dadas com uma apresentação que respeita a sensibilidade dos temas abordados. Segundo (Tufte, 2001), a excelência em visualização de dados significa apresentar informações complexas de forma clara, precisa e eficiente. É essencial que os *dashboards* transmitam a mensagem correta sem sobrepor o design aos dados, mantendo o foco na história que os dados pretendem contar.

Um exemplo relevante nesta área é o projeto VAWMap, desenvolvido por (Harikumar *et al.*, 2021), conforme descrito no artigo "Interactive Map Using Data Visualization and Machine Learning". O VAWMap é uma ferramenta de visualização de dados interativa, que emprega técnicas de aprendizado de máquina para exibir a intensidade de vários crimes contra mulheres em diferentes estados e distritos da Índia, abrangendo o período de 2001 a 2013. O projeto utiliza dois algoritmos, QR Decomposition com Column Pivoting e o Algoritmo de Clustering Projetado, para destacar crimes predominantes e suas localizações, efetivamente identificando áreas de maior incidência de violência de gênero no norte da Índia.

O VAWMap ilustra a aplicação prática de visualização de dados em um contexto socialmente sensível, destacando a importância de representar informações complexas de forma acessível e interativa. O projeto enfoca não apenas na apresentação visual, mas também na análise subjacente dos dados, utilizando algoritmos de aprendizado de máquina para revelar padrões significativos e tendências de crimes contra mulheres. Essa abordagem ressalta a necessidade de ferramentas que não apenas mostrem dados, mas também forneçam *insights* profundos e contextualizados, cruciais para compreender a extensão e a natureza da violência de gênero. A iniciativa do VAWMap serve como um exemplo notável de como dashboards e tecnologias de visualização de dados podem ser utilizadas para informar, sensibilizar e potencialmente influenciar políticas e ações de combate à violência contra a mulher.

É essencial destacar trabalhos que abordam a intersecção entre a violência contra a mulher e a tecnologia, especialmente no que diz respeito à criação de soluções de Interação Humano-Computador (IHC) que considerem a inclusividade e a acessibilidade. Um exemplo notável nesta área é o estudo de (Paim; García; Pereira, 2020), intitulado "NO to violence against any woman! Requirements for inclusive mobile applications to denounce domestic violence". Este trabalho é apresentado nos Anais do 19º Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, e destaca a importância de desenvolver aplicativos móveis inclusivos para denúncia de violência doméstica, focando em usuárias que são mulheres surdas ou com deficiência auditiva.

A pesquisa de (Paim; García; Pereira, 2020) é particularmente relevante para o presente estudo, pois ela enfatiza a necessidade de considerar grupos diversos de mulheres

no design de ferramentas tecnológicas, ressaltando a importância da interseccionalidade e da empatia no desenvolvimento de soluções em IHC. A análise dos autores sobre os desafios enfrentados por mulheres com deficiências auditivas ou que não utilizam a Língua Brasileira de Sinais (Libras) ao acessar serviços de denúncia de violência doméstica fornece a compreensão e impactam diretamente no desenvolvimento de heurísticas em visualização de dados sobre violência contra a mulher.

Seguindo neste contexto, (Dimara; Perin, 2019) enfatiza a complexidade e as nuances da interatividade, procurando desvendar a ambiguidade em torno do termo no contexto da visualização de dados. Os autores comparam a definição de interação no campo da Interação Humano-Computador (IHC) com as práticas na visualização de dados, propondo uma definição mais abrangente e inclusiva para a interação em visualização.

Outro trabalho fundamental na interseção de IHC e visualização de dados, especialmente no que tange à acessibilidade, é o estudo de (Zong *et al.*, 2022), intitulado "Rich Screen Reader Experiences for Accessible Data Visualization". O artigo explora o desenvolvimento de experiências de leitores de tela aprimoradas para a visualização acessível de dados. A equipe de pesquisa identificou três dimensões de design essenciais para a acessibilidade expressiva de leitores de tela: estrutura, navegação e descrição. Eles operacionalizaram essas dimensões em protótipos de visualizações acessíveis para leitores de tela, cobrindo uma variedade de tipos de gráficos e combinando diferentes dimensões de design. A avaliação desses protótipos com 13 leitores cegos e com baixa visão revelou que esses designs ajudam os usuários a conceitualizar dados espacialmente, a selecionar seletivamente dados de interesse em diferentes níveis de granularidade e a experimentar controle e agência sobre seu processo de análise de dados. Este trabalho destaca a necessidade de considerar experiências ricas e interativas para usuários de tecnologias assistivas, algo essencial na formulação de heurísticas para sistemas de visualização de dados cada vez mais acessíveis.

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Atualmente, existem várias soluções que aplicam técnicas computacionais para a classificação de regiões no contexto da violência. No entanto, quando se trata de métodos de decisão multicritério, há uma certa limitação na literatura científica para problemas dessa natureza; apesar disso, os autores (Gurgel; Mota; Pereira, 2012) aplicaram um modelo de decisão multicritério combinado com um sistema de informações geográficas, com o objetivo de classificar zonas de uma determinada região com maiores índices de violência. Os critérios utilizados incluíram, entre outros, densidade demográfica, concentração de renda e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região pesquisada. Os resultados demonstraram ser diferentes de uma análise monocritério, evidenciando a importância dessa metodologia como uma solução para a gestão estratégica de problemas dessa natureza.

No trabalho de (Santos *et al.*, 2021), é apresentado um modelo multicritério ELECTRE-Tri que classifica municípios do estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil, em categorias de acordo com suas características criminais. O autor exemplifica ações para mitigar problemas causados por fenômenos criminais. Após revisar a literatura, nove critérios quantitativos foram definidos: roubo de veículos, homicídios, assalto a instituições financeiras e lesões seguidas de morte. Nos resultados, os municípios foram classificados em quatro categorias, e são apresentadas diretrizes propostas para combinar as ações de segurança pública mais apropriadas.

Outros métodos multicritério também resolvem problemas de classificação, como o método PROMSORT, utilizado por (Oliveira, 2019). O trabalho emprega o modelo multicritério para a classificação de municípios em relação ao crime, considerando fatores demográficos e sociais, como índice de Gini, renda per capita, desemprego, densidade demográfica, entre outros. Os resultados demonstram claramente as principais áreas do estado com alta propensão à ocorrência de crimes, bem como sugerem intervenções estratégicas em áreas com indicadores mais elevados de crimes.

Também há o uso de métodos estatísticos para a classificação do risco de casos de VCM, como observado no trabalho de (Oliveira *et al.*, 2019), no qual é proposta uma análise espacial que permite a identificação do aumento na ocorrência de VCM, bem como as áreas de maior risco para esse fenômeno. Para a determinação do risco, os autores assumem que a probabilidade de um fenômeno que ocorreu no passado é semelhante ao risco desse mesmo fenômeno ocorrer no futuro. Assim, eles apresentam mapas de risco das áreas pesquisadas, considerados de grande relevância para a administração pública, ao oferecerem o suporte necessário para a tomada de decisões na gestão de recursos públicos.

Em um trabalho recente, (Costa; Costa; Seruffo, 2022) utilizaram um método de

decisão multicritério, o Processo Analítico Hierárquico (AHP), para demonstrar a eficácia da aplicação desse método em relação à implementação de equipamentos públicos para auxiliar mulheres vítimas de violência, especificamente a Casa da Mulher Brasileira (CMB). Na perspectiva dos autores e de acordo com a pesquisa realizada, os critérios considerados foram o número de casos de violência em cada um dos cinco municípios que compõem a região metropolitana de Belém, capital do estado do Pará, a população feminina em cada um desses municípios e sua acessibilidade. Verificou-se que a prioridade para a instalação do equipamento era a cidade de Belém e, por último, o município de Santa Bárbara do Pará.

Para realizar a avaliação de estratégias para redução do feminicídio no Equador, (Arias; Bermudez; Gómez, 2020) utiliza a técnica neutrosófica TOPSIS. Isso permitiu capturar os critérios de avaliação de especialistas de forma mais alinhada com a verdade, que é o objetivo final da análise neutrosófica. Foi constatado que a alternativa ou estratégia de decisão mais importante é estabelecer uma legislação criminal preventiva para a proteção das vítimas de violência doméstica.

Ampliando os horizontes sobre o que é VCM, em (Biswas; Das; Chatterjee, 2021), foram utilizadas tecnologias geoespaciais em conjunto com o AHP para mapear zonas potenciais de um crime sexual muito presente na Índia, conhecido como "eve-teasing". O mapeamento de crimes com a ajuda de um Sistema de Informações Geográficas é uma ferramenta muito útil para as agências de segurança pública visualizarem adequadamente e adotarem estratégias estratégicas para reduzir as ocorrências. O estudo também se concentra nas estratégias de tomada de decisão dos infratores para cometer crimes. Um estudo desse tipo tem amplas implicações na prevenção do crime em lugares públicos e melhora o processo de formulação de políticas para mitigar tais problemas sociais.

Outro aspecto observado na revisão da literatura foi a validação dos modelos propostos. Os autores (Oliveira *et al.*, 2019) e (Oliveira, 2019) consideram as taxas de queixas ou ocorrências como um critério importante para classificar uma região; no entanto, essas taxas poderiam ser usadas para validar o modelo, uma vez que a quantidade de reclamações ou registros de ocorrências pode depender do acesso da sociedade a instalações públicas que geralmente estão localizadas em grandes centros; em regiões que carecem dessas instalações, o acesso às reclamações é difícil.

No Quadro 2, realiza-se uma comparação dos trabalhos apresentados nesta seção com o modelo proposto no artigo.

Diferentemente dos trabalhos apresentados, de excelente qualidade, este artigo se concentra na proposta de um modelo de classificação multicritério para apresentar um mapeamento dos municípios do Pará quanto à propensão à VCM. Para essa classificação, serão analisados índices econômicos e sociais, além de características quantitativas de equipamentos urbanos em cada município, considerando as premissas definidas por (Martins,

Quadro 2 – Comparativo dos trabalhos relacionados.

Abordagem	Suporte a métodos multicritério	Mapeamento geográfico de áreas de risco	Utilização de Índices de equipamentos públicos	Acesso ao código fonte do modelo	Validação baseada em registros de ocorrência
(Gurgel; Mota; Pereira, 2012)					
(Santos <i>et al.</i> , 2021)					
(Oliveira, 2019)					
(Oliveira <i>et al.</i> , 2019)					
(Costa; Costa; Seruffo, 2022)					
(Arias; Bermudez; Gómez, 2020)					
(Biswas; Das; Chatterjee, 2021)					
<b>Modelo Proposto</b>					

 Atende Totalmente     
 Atende Parcialmente     
 Não atende

Fonte:Elaborado pelo autor.

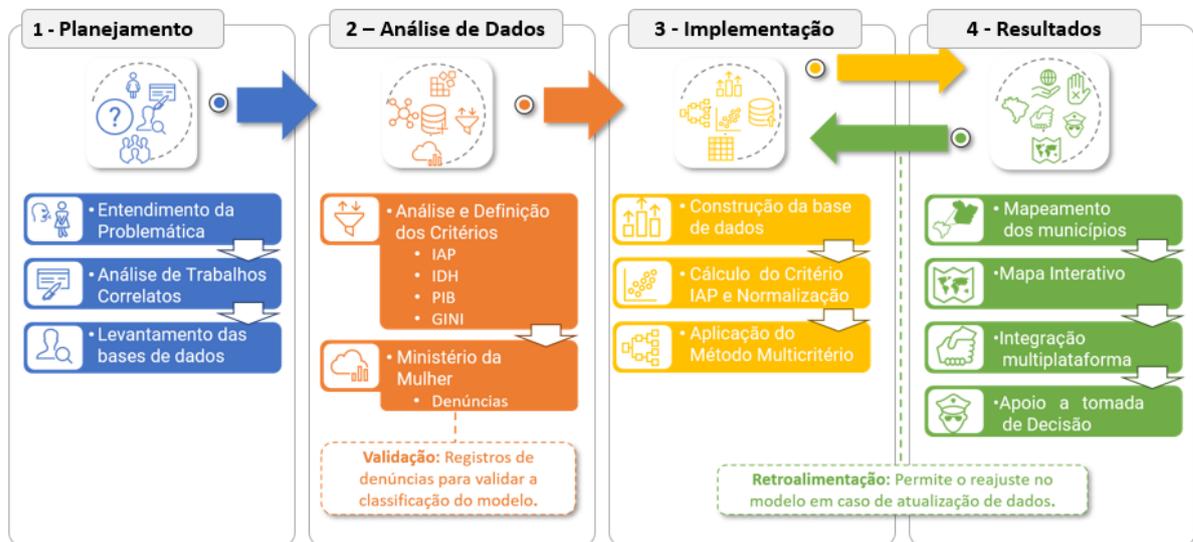
2017). Esse método será validado posteriormente por meio da análise de registro de ocorrências, comparando as alternativas (municípios) com os registros encontrados. Além disso, como forma de contribuir para a comunidade científica, o código-fonte deste trabalho está disponível no repositório GitHub do autor.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <[https://github.com/jlucioDev/woman\\_victims\\_v3](https://github.com/jlucioDev/woman_victims_v3)>

## 4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Por sua natureza, esta pesquisa se classifica como uma investigação aplicada e interdisciplinar, considerando cenários de gestão pública e indicadores socioeconômicos de cada município do Pará e, para o seu desenvolvimento, quatro etapas foram definidas visando a permitir a reprodutibilidade do modelo proposto, conforme se verifica-se na Figura 4. Na etapa de Planejamento do Estudo, é onde ocorre o entendimento da problemática, análise de trabalhos correlatos e levantamento das bases de dados públicas para a pesquisa; Segue-se com a Análise de Dados, que inclui análise e definição dos critérios, bem como os dados do Ministério da Mulher referente a denúncias para validar a classificação do modelo; Na etapa de Implementação, constrói-se a base de dados, realiza-se o cálculo do critério (IAP) e sua normalização, e aplica-se o método multicritério; Por fim, na etapa de Resultados, apresentam-se o mapeamento dos municípios, um mapa interativo, integração multiplataforma e apoio à tomada de decisão. Adicionalmente, o processo inclui um mecanismo de retroalimentação para permitir o ajuste do modelo em caso de atualização dos dados.

Figura 4 – Etapas para o desenvolvimento do projeto



Fonte:Elaborado pelo autor

Nas próximas subseções será descrita cada etapa dessa pesquisa, as técnicas a serem utilizadas, os recursos necessários e a forma como serão coletados e analisados os dados. Este planejamento é fundamental para o sucesso da pesquisa e para a obtenção de resultados confiáveis.

## 4.1 Planejamento do Estudo

Reconhecendo a relevância dos trabalhos de (Martins, 2017) e (Tauchen; Witte; Long, 1991) ao analisarem as repercussões práticas do entendimento, prevenção e atendimento da VCM, bem como as medidas de elaboração efetivação e avaliação de políticas públicas voltadas a essa problemática, deduz-se que o uso da violência por homens contra as mulheres é meio de controle do comportamento dessas por aqueles, sendo necessário entender até que ponto tal postura tem utilidade.

Para (Tauchen; Witte; Long, 1991), a utilidade é a premissa básica para a escolha, nos seguintes termos: o agressor, a partir dela, escolhe entre a quantidade de violência e o nível de renda, enquanto a vítima escolhe o nível aceitável de violência e se denunciará ou não o agressor; contudo, esse jogo de escolhas não se faz sem o risco de que, por estar em um contexto de violência doméstica, a vítima abandone a relação.

Contudo, (Martins, 2017) considera que o indivíduo apenas cometerá a violência se a utilidade desta for maior que o custo a ela relacionado; sendo assim, utilizam um modelo teórico que considera tanto a desutilidade sofrida pela vítima a partir da violência contra ela, quanto a utilidade do agressor e para tal entendem que há fatores que determinam maior probabilidade de vitimização cujas características são de ordem socioeconômicas, do agregado familiar, da acumulação de capital humano e onde a vítima reside.

Nesse sentido, é justo considerar que os custos externos da VCM analisados por (Tauchen; Witte; Long, 1991) e (Martins, 2017) devem ter no horizonte questões como o grau de reprovação que a VCM tem por parte da sociedade local, pois, quanto maior a reprovação, maior o custo dessa violência e menores serão as chances de o indivíduo cometê-la. Assim, é importante que se elaborem e se intensifiquem iniciativas para conscientizar a sociedade sobre a necessidade de combater essa prática.

Algo não menos importante é sobre a eficiência e eficácia dos equipamentos de proteção à vítima. Assim, (Tauchen; Witte; Long, 1991) e (Martins, 2017) entendem que a violência terá sua desutilidade aumentada à medida em que seus custos forem igualmente aumentados; outrossim, há que se potencializar as condicionantes sob as quais uma mulher decide denunciar a violência sofrida, ou seja, há que se trabalhar para que os mecanismos e equipamentos de apoio e de combate à violência estejam em pleno funcionamento a fim de que se possa formatar políticas públicas e outras iniciativas visantes a darem oportunidades de trabalho e renda à vítima.

Destarte, a existência de equipamentos urbanos<sup>1</sup> voltados ao apoio à vítima e ao combate à VCM, além de poder colaborar para aumentar o grau de desaprovação da sociedade em relação a esse crime, pode servir para maximizar a utilidade da vítima, uma

---

<sup>1</sup> São bens públicos e privados, de utilidade pública, destinados à prestação de serviços necessários para o funcionamento da cidade.

vez que esta tem maiores e melhores condições para denunciar o agressor e, uma vez que receba a proteção necessária, para sair do relacionamento abusivo, tendo a possibilidade de novas perspectivas, inclusive de ordem econômica.

Na outra dimensão dessa pesquisa, encontraram-se várias soluções que aplicam técnicas computacionais para a classificação de regiões, no contexto da violência. No entanto, quando se trata de métodos de decisão multicritério, há uma certa limitação na literatura científica para problemas desta natureza; apesar disto, (Gurgel; Mota; Pereira, 2012) e (Santos *et al.*, 2021) aplicaram um modelo de decisão multicritério combinado a um sistema de informações geográficas com o objetivo de classificar zonas, de uma determinada região, com maiores índices de violência. Foram utilizados como critérios, entre outros, a densidade demográfica, concentração de renda e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região pesquisada.

## 4.2 Análise de Dados

Este estudo considerou os equipamentos de proteção e assistência existentes nos municípios, conforme o Quadro 3. Os códigos dos indicadores são parte da pesquisa IBGE - MUNIC - Perfil de Municípios Brasileiros (IBGE, 2019) e foram escolhidos para esse cálculo em razão do alinhamento com o estudo de (Martins, 2017). Estes indicadores compõem o primeiro critério da pesquisa chamado Índice de Assistência e Proteção (IAP).

Quadro 3 – Indicadores que compõem o índice IAP

Código	Categoria
90201	Delegacia especializada
90358	Ações de Enfrentamento
90272	Ações Socioeducativas
90640	Políticas DH
90626	Direitos ou política para mulheres
90335	Executa programas e ações
90397	centros de referência

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de relatórios do IBGE, 2019

Além disso, outros três critérios principais foram escolhidos. Nos trabalhos de (Leite *et al.*, 2017), (Gurgel; Mota; Pereira, 2012) e (Santos *et al.*, 2021), os autores utilizam dois critérios selecionados para esta pesquisa. A partir desses estudos, estabeleceram-se os seguintes critérios: i) Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), um indicador comparativo utilizado para segmentar regiões desenvolvidas, em desenvolvimento e subdesenvolvidas; ii) Índice de Gini mostra, dentro de um determinado grupo, a diferença entre a renda dos mais pobres e dos mais ricos; e iii) Produto Interno Bruto (PIB per capita) do município, que foi escolhido pelo decisor do modelo, pois este critério está relacionado com a distribuição de renda de uma região ou município.

Além dos já mencionados, a aquisição de dados de denúncias de VCM do *site* do Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos mostrou-se ser uma ferramenta importante para compreender a extensão e a natureza da violência doméstica no Brasil<sup>2</sup>. Estes dados serão utilizados posteriormente para a validação do modelo, corroborando com o estudo de (Oliveira *et al.*, 2019), (Oliveira, 2019) e (Martins, 2017) que consideram os registros de denúncias como um critério importante para classificação de uma região, bem como a estreita ligação entre número de denúncias e existência ou não de equipamentos de apoio à mulher.

### 4.3 Implementação do modelo

Nesta etapa, inicia-se a construção da base de dados do modelo através da coleta de informações das APIs públicas, já analisadas nesta pesquisa, passando pelo processamento e armazenamento dos dados. Em seguida, as informações são enviadas para o modelo de decisão multicritério para posterior integração com plataformas e visualização dos dados.

#### 4.3.1 Construção da base de dados

A construção e o armazenamento da base de dados constituem os pilares para a implementação eficaz do modelo proposto, pois fornecem a infraestrutura necessária para o processamento e a análise dos dados, resultando na obtenção informações relevantes e na geração de resultados confiáveis. No âmbito desta pesquisa, a coleta de dados foi meticulosamente realizada por meio de requisições à API de serviço de dados do IBGE, valendo-se da pesquisa MUNIC 2019 que agrega informações detalhadas sobre os municípios brasileiros (IBGE, 2019). A integração e manipulação desses dados foram executadas com a utilização de código fonte em Python, aproveitando-se das funcionalidades avançadas das bibliotecas Requests<sup>3</sup>, Pandas<sup>4</sup>, PyDecision<sup>5</sup>, e GeoPandas<sup>6</sup>. Essas bibliotecas foram criteriosamente selecionadas devido aos seus recursos especializados que são imprescindíveis para o desenvolvimento do modelo em estudo, como o gerenciamento de solicitações HTTP para acesso a APIs públicas, a manipulação de estruturas de dados complexas através dos *DataFrames*, a plotagem de gráficos e a visualização geoespacial de dados através de mapas. Adicionalmente, houve uma preocupação em garantir a qualidade e a consistência dos dados, envolvendo etapas de limpeza e validação dos dados para assegurar sua precisão e confiabilidade. Estes procedimentos são essenciais para assegurar a integridade dos dados ao longo de todo o processo analítico, desde a coleta inicial até as fases de análise

<sup>2</sup> <https://www.gov.br/mdh/pt-br/acesso-a-informação/dados-abertos/ligue180>

<sup>3</sup> <https://pypi.org/project/requests/>

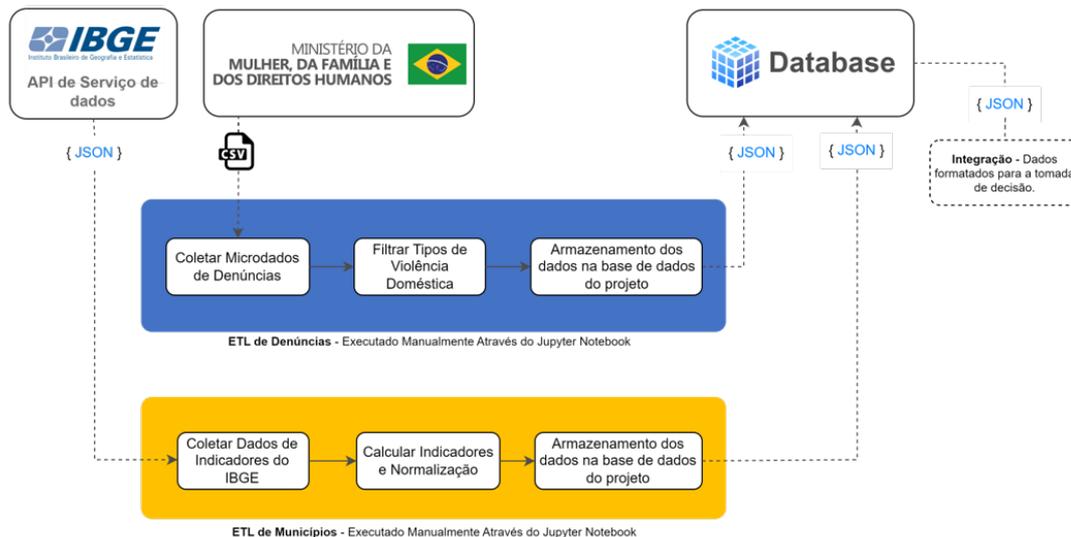
<sup>4</sup> <https://pandas.pydata.org/>

<sup>5</sup> <https://github.com/Valdecy/pyDecision>

<sup>6</sup> <https://geopandas.org/en/stable/>

e interpretação. A Figura 5 ilustra todas essas etapas meticulosas da implementação, destacando o papel vital da construção da base de dados no sucesso do modelo de decisão.

Figura 5 – Etapas da Construção da Base de Dados.



Fonte:Elaborado pelo Autor.

#### 4.3.1.1 Cálculo do Índice de Assistência e Proteção a mulheres vítimas (IAP)

Para determinar o Índice de Assistência e Proteção em cada município, agregam-se os valores dos 7 indicadores, já descritos no Quadro 3, quantificados por meio da atribuição de escores. À existência do equipamento no município foi atribuído escore 1 (um) e à inexistência, 0 (zero), multiplicado pelos pesos dos indicadores, na seguinte forma: i) os de maior impacto (1,5): a existência física de equipamentos, ações efetivas de enfrentamento, além de ações socioeducativas as quais, no entendimento dos autores, podem colaborar para o aumento da reprovação da violência por parte da sociedade; ii) os de médio impacto (0,5), ou seja, os indicadores de políticas, direitos e programas referentes à questão; e iii) os de menor impacto (0,2), ou seja, os indicadores de direitos humanos, programas e centros de atendimento. A Equação 1 representa o cálculo desse indicador:

Os pesos dos indicadores foram estabelecidos utilizando o método Analytic Hierarchy Process (AHP), cujos valores definidos são apresentados na Tabela 1. Este método, conforme discutido por Darko et al. (2019), é eficaz para decompor problemas complexos de decisão, como o da construção, em uma estrutura hierárquica. Esta abordagem permite uma compreensão mais aprofundada de todos os critérios envolvidos na decisão. Por meio da hierarquia criada, os tomadores de decisão conseguem realizar comparações em pares entre os critérios, o que facilita a identificação da solução mais adequada.

No contexto deste estudo, o Índice de Assistência e Proteção (IAP) é calculado através da soma dos produtos dos indicadores pelos seus respectivos pesos. Matematica-

Tabela 1 – Definição dos pesos dos indicadores que compõem o índice IAP

Código	Categoria	Prioridade	Rank	Peso
90201	Delegacia especializada	24.7%	1	0.25
90358	Ações de Enfrentamento	20.3%	2	0.20
90272	Ações Socioeducativas	5.0%	6	0.05
90640	Políticas DH	12.3%	5	0.12
90626	Direitos ou política para mulheres	19.4%	3	0.19
90335	Executa programas e ações	15.1%	4	0.15
90397	centros de referência	3.2%	7	0.03

Fonte:Elaborado pelo autor a partir dos resultados da aplicação do método AHP.

mente, isso é representado pela fórmula  $\sum_i x_i \cdot w_i$ , onde  $x_i$  representa o valor do  $i$ -ésimo indicador e  $w_i$  o seu peso associado.

$$f(x; w) = \sum_{i=1}^7 x_i \times w_i \quad (4.1)$$

Vale ressaltar que a remoção de valores faltantes, também conhecidos como *missing values*, é um processo importante na análise de dados. Durante esse processo, foi identificado o município de Mojuí dos Campos, que não tinha dados registrados na base do IBGE. Segundo informações da própria base, houve recusa por parte do município em fornecer algumas informações. Diante desse fato, o município foi removido da classificação.

#### 4.3.1.2 Normalização

Embora os dados coletados e armazenados na base de dados já possam ser exibidos, normalmente os valores de diferentes critérios não são comparáveis entre si, o que inviabiliza a sua agregação imediata. Para que sejam analisados na mesma escala, pelo modelo, propõe-se aplicar um processo de normalização, para que o valor resultante do indicador esteja entre 0 e 1. Na Equação 4.2, utilizou-se a variação linear proposta por (Eastman; Jiang, 1996).

$$x_i = \frac{R_i - R_{min}}{R_{max} - R_{min}} \text{ Intervalo Normalizado} \quad (4.2)$$

Onde  $R_i$  é o valor de critério a normalizar e  $R_{max}$  e  $R_{min}$  são os valores máximos e mínimos dos critérios, respectivamente, e o intervalo a adotar para a normalização é, em geral, entre 0 e 1. Em alguns casos, houve a necessidade de representar valores nulos. Estes valores referem-se a municípios que não prestaram as informações ao IBGE durante o censo. Nestes casos foi considerado o valor 0 (zero), ou seja, não há existência de recurso para o indicador.

Cada critério foi analisado quanto à maneira em que os dados estão distribuídos, através de gráficos de histograma e boxplot. A aplicação da técnica de normalização permitiu visualizar uma melhor distribuição de dados, garantindo assim que cada valor seja mapeado para um valor com a mesma probabilidade de ocorrência.

#### 4.3.1.3 Aplicação do Método Multicritério e Inferência de Parâmetros

Em que pese existirem outros modelos de decisão multicritério aplicáveis à temática em questão, optou-se no presente trabalho pelo modelo ELECTRE Tri-b, segundo as razões seguintes:

a) é um modelo que permite a classificação de alternativas de acordo com múltiplos critérios de avaliação, o que o torna adequado para o problema em questão, que envolve a análise de riscos à violência contra mulheres em diferentes municípios;

b) é capaz de lidar com informações imprecisas ou incertas, o que é comum em muitos problemas do mundo real, permitindo o uso de escalas de preferência e rejeição para a tomada de decisão, o que aumenta a flexibilidade e precisão da análise; e

c) permite a incorporação de preferências do decisor, ou seja, pode ser adaptado de acordo com as necessidades específicas do usuário. Essa característica é importante, pois permite que o modelo seja ajustado para atender aos objetivos específicos desse trabalho, levando em consideração as preferências do decisor em relação aos critérios de avaliação utilizados.

Portanto, a escolha do modelo ELECTRE Tri-B justifica-se pela sua adequação ao problema em questão, sua capacidade de lidar com informações imprecisas e incertas e sua flexibilidade para incorporar preferências do decisor. De acordo com (Roy, 1996), os métodos multicritérios podem ser classificados em três abordagens, de acordo com a modelagem das preferências do decisor: i) abordagem de critério único de síntese; ii) abordagem de sobreclassificação; e iii) abordagem de julgamento local interativo. Para este trabalho, adotou-se a abordagem de sobreclassificação pois é particularmente eficaz quando se lida com múltiplos critérios que podem ter diferentes níveis de importância. .

O modelo foi aplicado nos 144 municípios do estado do Pará, localizado na região Amazônica Brasileira. Os dados foram extraídos da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC 2019). A referida pesquisa fornece, dentre outras informações, a estrutura da gestão pública municipal, incluindo existência de equipamentos urbanos de proteção, programas ou ações de combate à violência e legislação específica para o enfrentamento VCM.

A inferência de parâmetros no método ELECTRE Tri-B é um componente crucial para a sua eficácia e precisão. O processo de definição desses parâmetros é muitas vezes complexo e sujeito a limitações, principalmente devido à necessidade de equilibrar objeti-

vidade e subjetividade na tomada de decisão. Neste contexto, a utilização de algoritmos de *Machine Learning*, como demonstrado no método ELECTRE TREE, surge como uma abordagem promissora para aprimorar este processo.

Tabela 2 – Média de valores de limites para cada critério.

LIMITES	CRITÉRIOS			
	IAP	IDH	PIB	GINI
B1	0.18	0.46	0.17	0.75
B2	0.58	0.63	0.21	0.87
B3	0.76	0.75	0.26	0.90

Fonte:Elaborado pelo autor a partir do resultado da aplicação do método ELECTRE TREE.

No processo de aplicação do método ELECTRE TREE, que integra técnicas avançadas como algoritmos genéticos e o modelo de aprendizado de máquina *random forest*, foi possível estabelecer uma média para os valores de limites associados a cada critério avaliado. A Tabela 2 resume esses valores, que são essenciais para a estratificação das alternativas em quatro categorias de risco distintas, fornecendo um parâmetro para a diferenciação entre os municípios.

Tabela 3 – Média de valores de preferências, Veto e Peso para os critérios.

Parâmetros	CRITÉRIOS			
	IAP	IDH	PIB	GINI
<b>Preferência Fraca (Q)</b>	0.0	0.15	0.09	0.05
<b>Preferência Forte (P)</b>	0.13	0.2	0.13	0.12
<b>Veto (V)</b>	0.31	0.34	0.14	0.31
<b>Peso (W)</b>	0.1	0.0	0.0	0.0

Fonte:Elaborado pelo autor a partir do resultado da aplicação do método ELECTRE TREE.

Adicionalmente, a inferência dos parâmetros de preferências e veto, fundamentais para a execução do modelo ELECTRE, foi realizada com o mesmo método. Os resultados, apresentados na Tabela 3, refletem a média dos parâmetros de preferência fraca ( $Q$ ), preferência forte ( $P$ ) e veto ( $V$ ). Notavelmente, os pesos ( $W$ ) para cada critério foram estabelecidos de forma subjetiva pelo decisor, o que reforça a importância da expertise e do conhecimento contextual na condução da análise multicritério.

## 4.4 Resultados do Modelo

Nesta seção, discorre-se sobre os resultados obtidos pela aplicação do modelo de Análise de Decisão Multicritério ELECTRE TRI-b, detalhando o processo de classificação e as implicações práticas dos achados. Para manter a clareza e a organização do documento, uma seleção das tabelas de classificação é apresentada ao longo do texto, proporcionando uma visão direta dos resultados mais relevantes. A tabela completa, para referência detalhada, está inclusa no apêndice A, na página 59 da dissertação, permitindo uma

consulta integral e facilitando o entendimento da extensão e profundidade da análise realizada.

Após a execução do modelo, os dados apresentados mostraram os municípios classificados em quatro categorias no que tange ao risco de VCM: 0 - Baixo; 1 - Médio; 2 - Alto; 3 - Muito Alto.

Tabela 4 – Resultado da Classificação Municípios com baixo risco.

id	localidade	IAP	IDH	PIB	GINI	CLASSE
150095	Aurora do Pará	0.78	0.31	0.01	0.81	0
150130	Barcarena	0.78	0.74	0.13	0.5	0
150180	Breves	0.9	0.26	0.01	0.56	0
150220	Capanema	0.85	0.72	0.04	0.69	0
150360	Itaituba	0.78	0.68	0.05	0.5	0
150445	Medicilândia	1.0	0.5	0.05	0.75	0
150450	Melgaço	1.0	0.0	0.0	1.0	0
150550	Paragominas	0.78	0.69	0.08	0.5	0
150553	Parauapebas	0.93	0.91	0.37	0.63	0
150613	Redenção	0.85	0.77	0.06	0.56	0
150790	Soure	0.78	0.6	0.01	0.69	0
150810	Tucuruí	0.85	0.76	0.15	0.56	0

Fonte:Elaborado pelo autor a partir do resultado da aplicação do método ELECTRE Tri-b.

Os resultados apresentados na Tabela 4 destacam a classificação dos municípios do Pará em termos de risco de violência contra mulheres: o significativo peso do Índice de Assistência e Proteção (IAP). Observa-se que, para os municípios listados, os valores do IAP são relativamente altos, o que indica um nível mais robusto de assistência e proteção disponível nestas localidades. A ponderação do IAP na metodologia utilizada tem um impacto decisivo, pois apesar das variações nos outros indicadores — Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Produto Interno Bruto (PIB) e coeficiente GINI —, os municípios foram classificados como de baixo risco.

A análise comparativa detalhada entre as Tabelas 4 e 5 oferece uma perspectiva reveladora sobre o espectro de risco de violência contra mulheres nos municípios do Pará. A investigação dos dados aponta para um contraste acentuado na classificação do risco, onde a Tabela 5 destaca os municípios categorizados com um risco muito alto. Nestes, identifica-se que os valores do Índice de Assistência e Proteção (IAP) se aproximam do zero ou são extremamente reduzidos. Essa tendência é também refletida nos outros critérios avaliados, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o Produto Interno Bruto (PIB) e o coeficiente GINI, que demonstram valores igualmente baixos.

A distinção mencionada acima é ainda mais enfatizada quando posta em contraste com os municípios classificados como de risco baixo na Tabela 4, onde se percebe um perfil distinto, com indicadores socioeconômicos e de assistência em patamares consideravelmente mais elevados. O abismo entre as duas classificações de risco expõe a disparidade existente

Tabela 5 – Resultado da Classificação Municípios com risco muito alto.

id	localidade	IAP	IDH	PIB	GINI	CLASSE
150020	Acará	0.18	0.27	0.03	0.81	3
150030	Afuá	0.18	0.22	0.01	0.63	3
150040	Alenquer	0.18	0.45	0.02	0.63	3
150060	Altamira	0.18	0.75	0.07	0.56	3
150110	Bagre	0.18	0.16	0.0	0.75	3
150125	Bannach	0.0	0.54	0.07	0.69	3
150145	Belterra	0.0	0.52	0.01	0.94	3
150150	Benevides	0.0	0.75	0.07	0.75	3
150157	Bom Jesus do Tocantins	0.0	0.52	0.02	0.56	3
150160	Bonito	0.0	0.39	0.02	1.0	3
150172	Brasil Novo	0.0	0.59	0.05	0.88	3
150175	Brejo Grande do Araguaia	0.0	0.53	0.02	0.69	3
150215	Canaã dos Carajás	0.18	0.78	1.0	0.81	3
150250	Chaves	0.18	0.11	0.01	0.94	3
150260	Colares	0.18	0.56	0.01	1.0	3
150275	Concórdia do Pará	0.0	0.45	0.01	0.69	3

Fonte:Elaborado pelo autor a partir do resultado da aplicação do método ELECTRE TREE.

e sugere uma correlação entre a insuficiência de suporte social e econômico e a elevação no risco de violência.

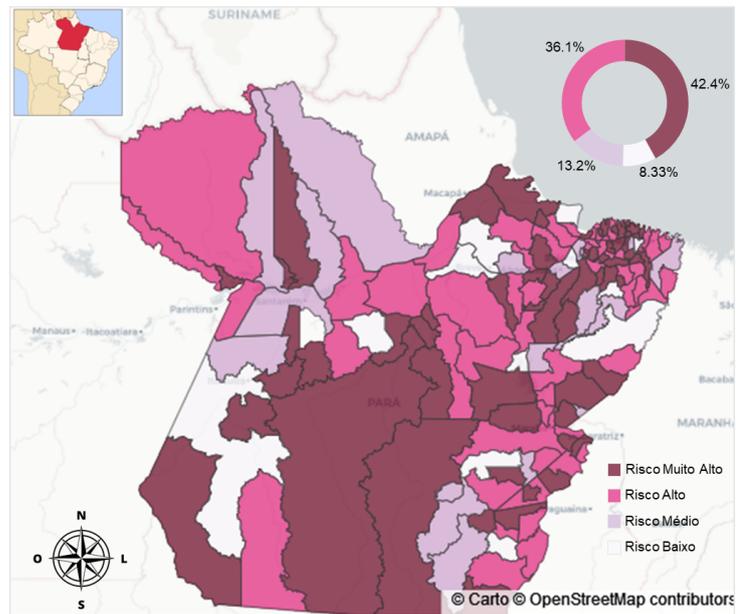
Importante notar, ainda, que a análise das classificações de risco médio e alto, embora não tenha revelado julgamentos tão distintos por um processo comparativo muito refinado, também contribui para a compreensão do cenário multifacetado da violência contra a mulher na região. Detalhes adicionais sobre essas classificações intermediárias podem ser consultados no Apêndice A (página 57), onde se encontra a lista completa das classificações de risco. O apêndice serve como um recurso complementar para os leitores que desejam uma análise mais aprofundada dos critérios e da metodologia utilizada na atribuição das classificações de risco.

A visualização espacial dos dados é uma ferramenta para a compreensão da distribuição geográfica do risco de violência contra mulheres nos municípios do Pará. A Figura 6, exibe um mapa que categoriza os municípios de acordo com os resultados obtidos pelo modelo ELECTRE Tri-B. Esta representação gráfica é fundamental, pois oferece uma interpretação intuitiva das áreas de risco variável, permitindo identificar padrões regionais e focar esforços onde são mais necessários.

Além disso, a implementação de ferramentas interativas é fundamental para auxiliar os órgãos públicos nas ações de prevenção e combate à violência contra a mulher. Neste contexto, a Figura 7 apresenta o protótipo de um *dashboard*, disponível para consulta no repositório online <sup>7</sup>. Este painel foi desenvolvido para traduzir os dados analíticos em informações acionáveis, oferecendo uma interface dinâmica para exploração e tomada de decisão estratégica pelos usuários finais.

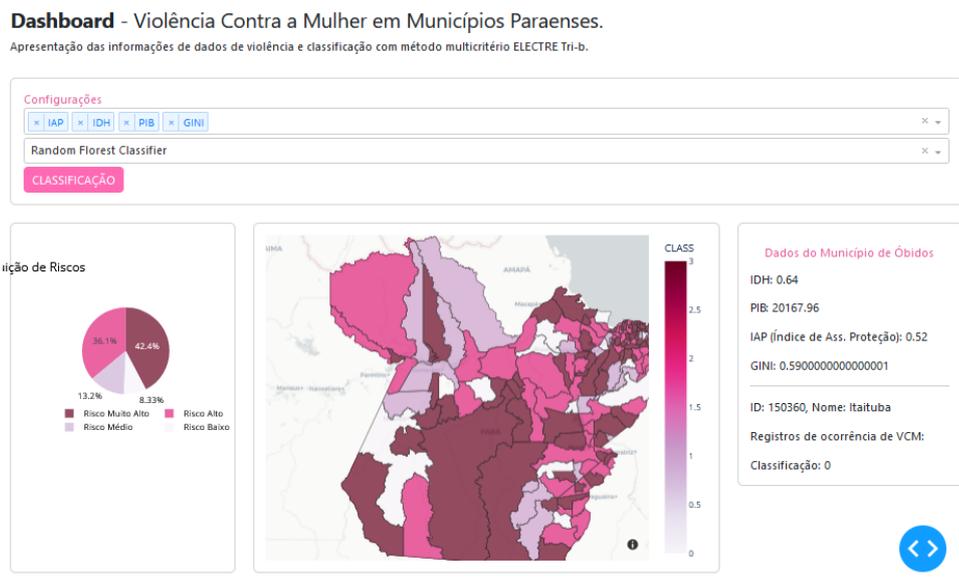
<sup>7</sup> <[https://github.com/jlucioDev/woman\\_victims\\_v3](https://github.com/jlucioDev/woman_victims_v3)>

Figura 6 – Mapa de classificação dos municípios com base no risco de violência contra a mulher.



Fonte:Elaborado pelo autor.

Figura 7 – Protótipo do *dashboard* para análise de risco de violência contra mulheres.



Fonte:Elaborado pelo autor.

A integração entre a análise de dados quantitativos e as ferramentas visuais interativas constitui um passo importante na direção de uma abordagem mais objetiva e informada para a tomada de decisões. O mapa e o *dashboard* propostos são, portanto, elementos chave na aplicação prática do modelo ELECTRE Tri-B, potencializando o impacto das estratégias de mitigação de risco em políticas públicas voltadas para a segurança das mulheres.

## 5 DESCOBERTAS: ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.

No presente Capítulo apresenta-se a análise dos resultados obtidos ao longo dos meses de execução do trabalho. Assim, será disposta em duas subseções: análise dos resultados e discussão, onde se busca alinhar os resultados a estudos precedentes e aos objetivos iniciais dessa pesquisa.

### 5.1 Análise dos Resultados

Particularmente o município de Melgaço merece uma atenção especial. Apesar de ostentar o valor máximo para o IAP, ele apresenta valor zero para o IDH e o PIB na Tabela 4. Tal resultado sugere que, após o processo de normalização dos dados, Melgaço obteve os menores valores normalizados para o IDH e o PIB, o que pode refletir desafios socioeconômicos significativos. Entretanto, a robustez do seu IAP foi suficiente para contrabalançar esses outros aspectos na análise final, resultando na classificação de baixo risco.

Essa observação aponta para a importância de um olhar cuidadoso sobre como a metodologia de classificação pode influenciar os resultados finais, especialmente quando um dos critérios possui um peso preponderante. Isso também evidencia a necessidade de investigações adicionais para entender as dinâmicas locais que podem estar mascarando ou compensando vulnerabilidades em determinados municípios.

Os municípios pertencentes à classe 3 - Muito Alto correspondem à maior parcela da classificação, ou seja, um percentual de 42.4% dos municípios paraenses. Sugere-se que estes municípios possuem alto risco de VCM, sendo sobreclassificados por outros com melhores indicadores socioeconômicos e equipamentos públicos de assistência e proteção.

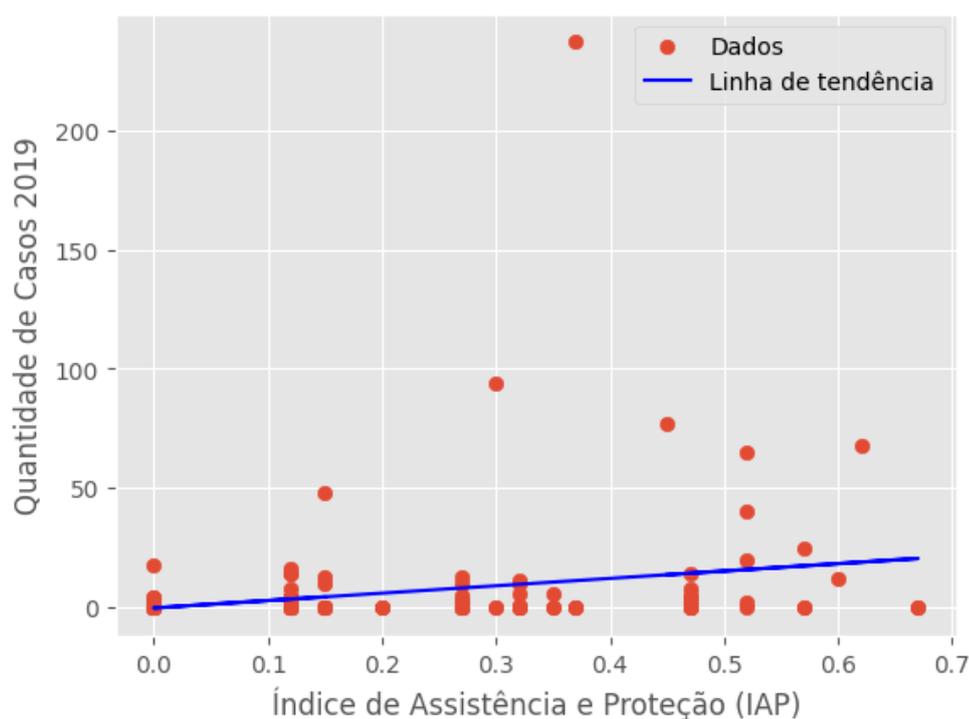
O caso de Canaã dos Carajás é especialmente notável. Apesar de ser um município que se destaca pelo seu avanço tecnológico e altos índices de IDH e PIB, os dados relacionados aos equipamentos públicos, que são fundamentais para a composição do IAP, mostraram-se muito baixos. Devido à alta ponderação do IAP na metodologia do ELECTRE Tri-B, a classificação de Canaã dos Carajás foi afetada de forma significativa, resultando em sua sobreclassificação como de risco muito alto.

Este resultado aponta para a complexidade inerente ao modelo de classificação adotado e a importância do equilíbrio entre os diferentes critérios. Ressalta-se aqui a necessidade de uma avaliação criteriosa dos pesos atribuídos a cada indicador no método ELECTRE Tri-B, assim como a relevância de uma análise detalhada das condições locais que podem influenciar os dados coletados. Além disso, destaca-se a importância de uma

infraestrutura adequada de equipamentos públicos na prevenção da VCM, uma vez que mesmo municípios com bom desempenho em indicadores econômicos e de desenvolvimento podem enfrentar desafios significativos neste aspecto.

A Figura 8, representa o gráfico de dispersão que correlaciona o Índice de Assistência e Proteção (IAP) com os registros de casos de violência em 2019. Ele revela a dinâmica entre as medidas de assistência social e a incidência de denúncias. A representação visual dos dados, evidenciada pelos pontos de dispersão, sugere uma tendência positiva moderada entre o IAP e o número de casos reportados, indicada pela linha de tendência ascendente.

Figura 8 – Gráfico de Dispersão entre IAP e registros de denúncias.

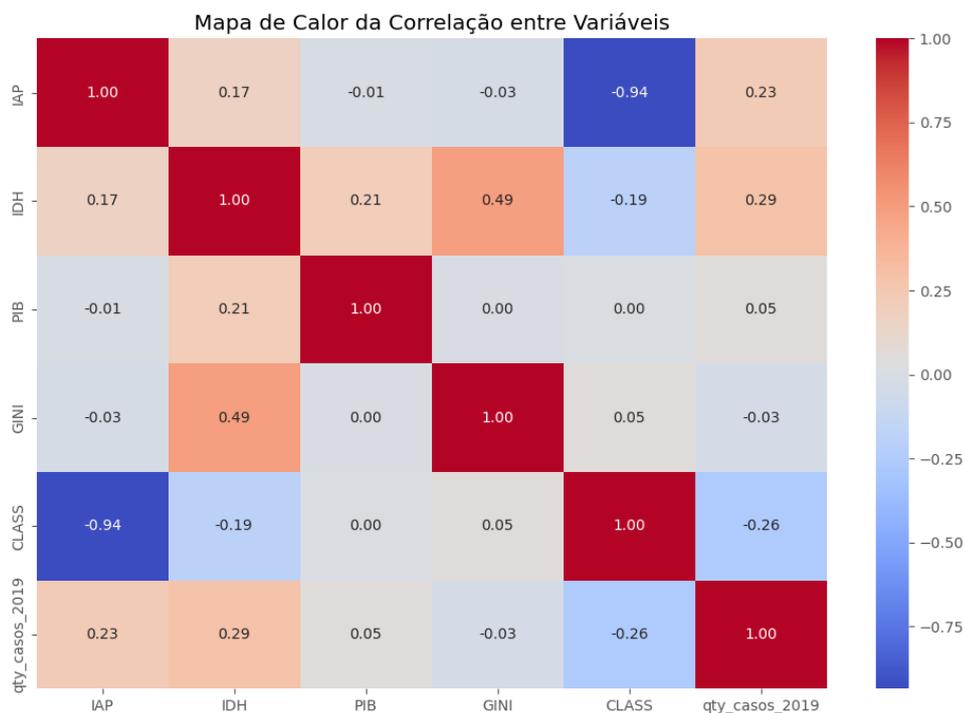


Fonte:Elaborado pelo autor.

Embora se possa conjecturar que um maior IAP está associado a um aumento nos registros de violência, é imperativo considerar a natureza multifacetada desta relação. A ampla dispersão dos dados ao longo do gráfico deixa claro que a correlação não é fortemente linear e que outros fatores não capturados pelo IAP podem exercer influência significativa sobre as denúncias de violência. Esta observação é relevante, pois ressalta a complexidade inerente às questões sociais e à necessidade de uma análise mais detalhada para entender as variáveis que afetam a frequência e o reporte de incidentes violentos.

É neste sentido que a visualização por meio do mapa de calor da correlação entre diversas variáveis socioeconômicas e os registros de casos de violência em 2019 nos proporcionou um panorama elucidativo das interações potenciais presentes nos dados. A intensa correlação negativa entre CLASS (Classificação) e IAP (-0,94) destaca uma

Figura 9 – Mapa de calor da Correlação entre as variáveis.



Fonte:Elaborado pelo autor.

antítese quase perfeita, indicando que valores elevados em CLASS tendem a coincidir com menores índices de assistência e proteção.

Por outro lado, identifica-se uma correlação positiva moderada (0,29) entre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a quantidade de casos reportados em 2019 . Essa associação pode sugerir que regiões com maior desenvolvimento humano possuem uma maior incidência de relatos de violência, o que pode ser reflexo de uma maior conscientização e melhor estrutura para registro e atendimento a esses casos. Entretanto, essa é uma interpretação preliminar, e um coeficiente de correlação nesta magnitude não é suficiente para alegações conclusivas.

No que tange às variáveis econômicas, tanto o Produto Interno Bruto (PIB) quanto o Índice de Gini (GINI) demonstraram correlações ínfimas ou inexistentes com os casos 2019, sugerindo que, isoladamente, as métricas econômicas não são indicadores claros da frequência de registros de violência.

Curiosamente, a correlação negativa moderada entre CLASS e os registros de 2019 (-0,26) sugere que classificações mais altas podem estar associadas a uma menor quantidade de casos reportados.

O *dashboard*, apresentado na Figura 7, é um tipo de ferramenta que permite a identificação dos municípios e, por conseguinte, das regiões em que há maior risco desse tipo de crime, com base na classificação do modelo de decisão multicritério, facilitando a

atuação dos órgãos responsáveis. Além disso, um mapa interativo pode fornecer informações detalhadas sobre cada região, o que pode ajudar a criar políticas públicas mais efetivas e direcionadas.

## 5.2 Discussão

As descobertas deste estudo têm implicações significativas para a gestão e o desenvolvimento de políticas públicas no Pará. A predominância de municípios classificados como de alto risco de VCM sugere a necessidade urgente de ações preventivas e de proteção nessas áreas. Além disso, a classificação de municípios com indicadores socioeconômicos elevados como de alto risco destaca a complexidade da VCM e a importância de abordagens multidimensionais que considerem não apenas aspectos econômicos, mas também a disponibilidade de equipamentos públicos de suporte às vítimas.

Além disso, o estudo revela uma correlação entre a presença de equipamentos de proteção e a ocorrência de denúncias, o que sugere que melhorar a infraestrutura de apoio pode ser uma estratégia eficaz para combater a VCM. No entanto, também é importante abordar as raízes culturais e sociais da violência, através de educação e mudança de atitudes, para criar um ambiente onde a VCM seja inaceitável em todos os níveis da sociedade.

Este cenário é ecoado pelas observações do portal Fiocruz, que ressalta as disparidades regionais no suporte às vítimas de violência doméstica no Brasil. De acordo com a Fiocruz, em 2019, apenas 137 dos 5.570 municípios brasileiros possuíam abrigos para mulheres em situação de violência doméstica, com a maioria localizada no Sul e Sudeste (Azevedo, 2023). Esta falta de infraestrutura em grande parte do país, particularmente em áreas menos desenvolvidas, destaca a necessidade de expansão e fortalecimento de redes de apoio, especialmente em estados como o Pará, onde a presente pesquisa identificou um alto risco de VCM.

A implementação de *dashboards*, como demonstrado no protótipo apresentado, oferece uma ferramenta valiosa para a tomada de decisão baseada em dados. A visualização clara das áreas de alto risco e a facilidade de acesso às informações podem auxiliar na alocação eficiente de recursos e na formulação de estratégias direcionadas para as áreas mais necessitadas. Essas ferramentas tecnológicas, se bem implementadas, têm o potencial de transformar a maneira como as políticas públicas são desenvolvidas e implementadas no Pará.

Por fim, este estudo serve como um chamado à ação para gestores e a sociedade como um todo, destacando a importância de abordagens informadas por dados e a necessidade de esforços colaborativos para erradicar a VCM no Pará e em todo o Brasil.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribuiu de forma significativa para a compreensão e enfrentamento da violência contra mulheres no estado do Pará, oferecendo uma perspectiva acadêmica robusta e direcionamentos práticos para políticas mais efetivas. Através de uma metódica análise multicritério, revelou-se uma realidade complexa marcada por desafios singulares, apontando para a necessidade de soluções que respeitem as nuances locais e promovam inovação e contextualização.

Ao investigar a violência contra mulheres no estado do Pará, a pesquisa não apenas contribui para a compreensão acadêmica dessa problemática, mas também se apresenta como um importante passo em direção a intervenções práticas e políticas mais eficazes. Observa-se, por meio das análises, que a realidade do Pará reflete desafios únicos, os quais exigem soluções contextualizadas e inovadoras.

A situação no Pará, quando comparada com os dados do portal Fiocruz (2023) sobre o Sudeste do Brasil, evidencia uma disparidade significativa na disponibilidade de redes de apoio e serviços especializados para mulheres vítimas de violência. Enquanto o Sudeste possui uma estrutura mais robusta, o Pará enfrenta lacunas substanciais que necessitam de atenção urgente. Essa discrepância ressalta a necessidade de políticas públicas direcionadas e bem financiadas, especialmente em regiões com recursos limitados como o Pará.

A pesquisa também reitera a importância de abordar a violência contra a mulher não apenas como uma questão de direitos humanos, mas também como um fator crítico para o desenvolvimento social e econômico. Através das revelações dos resultados encontrados, é possível orientar ações que não somente combatam a violência, mas também promovam a equidade e o empoderamento feminino.

Adicionalmente, este estudo foi apresentado no 43º Congresso Brasileiro de Ciência da Computação, durante o IV *Workshop* sobre as Implicações da Computação na Sociedade <sup>1</sup> e publicado na revista PLOS ONE <sup>2</sup>, com *qualis* A1.

Contudo, é essencial reconhecer as limitações do presente estudo e a necessidade de investigações futuras. Uma das principais limitações reside na base de dados utilizada, especificamente os dados do IBGE de 2019. Embora esses dados forneçam uma visão abrangente da situação no momento, eles apresentam limitações quanto à continuidade e atualização das informações. Observou-se que, em comparação com 2019, os anos subse-

<sup>1</sup> Título: Modelo de Decisão Multicritério para classificar municípios quanto ao risco de violência doméstica contra a mulher: um estudo a partir da Amazônia Paraense ((DOI: <https://doi.org/10.5753/wics.2023.230677>). )

<sup>2</sup> Título: A classification model for municipalities in the paraense Amazon regarding the risk of violence against women: A multicriteria approach(<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292323>).

quentes apresentam menos informações detalhadas sobre a quantidade de equipamentos públicos e outros critérios relevantes. Esta descontinuidade nos dados pode levar a uma representação parcial ou desatualizada da realidade atual, afetando a precisão das análises e conclusões.

A dinâmica social e econômica, assim como as políticas públicas, estão em constante mudança. Por isso, é fundamental que os dados utilizados para analisar a violência contra mulheres sejam atualizados regularmente. A falta de dados mais recentes pode limitar a capacidade do estudo de refletir as condições atuais e de identificar novas tendências emergentes.

Enquanto este estudo considerou muitas variáveis importantes, a complexidade do fenômeno da violência contra mulheres requer uma análise mais profunda que inclua fatores socioculturais e econômicos mais diversificados.

A inclusão de tais variáveis poderia fornecer uma compreensão mais detalhada do problema. Por isso, se espera como trabalhos futuros a essa pesquisa: a) incorporar novas variáveis relacionadas a outros aspectos que possam e determinar o risco de VCM, novas pesquisas devem incluir uma gama mais ampla de variáveis, tais como fatores culturais específicos, condições econômicas locais e indicadores de desenvolvimento social; b) investigar o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas baseadas em IA e análise de dados para monitoramento e prevenção da violência contra mulheres. Isso poderá incluir a criação de sistemas de alerta precoce, plataformas de apoio às vítimas e aplicativos de apoio à decisão para profissionais que atuam na área e plataformas digitais de suporte às vítimas.

Em conclusão, este trabalho reafirma seu compromisso ético com a promoção da justiça social e igualdade de gênero. Espera-se que as descobertas e discussões aqui apresentadas sirvam de base para ações transformadoras, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida e segurança das mulheres no Pará.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E. d. S.; COUTO, M. T. ; PEDROSA, C. M. M. Rede de serviços de atenção às mulheres em situação de violência no nordeste brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 2, p. 561–570, 2017. Citado na página 24.

ALVES, P. P. *et al.* Atlas da violência 2021. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2021. Citado nas páginas 18, 19 e 23.

AMERICANOS, O. dos E. **Convenção Interamericana para Prevenir, Punir e Erradicar a Violência contra a Mulher**. 1994. Decreto nº 1.973, de 01/08/1996. Citado na página 15.

ARIAS, I. F. B.; BERMUDEZ, J. M. M.; GÓMEZ, F. M. E. **TOPSIS with a Neutrosophic Approach for a Study of Strategies to Confront the Crime of Femicide in Ecuador**. [S.l.]: Infinite Study, 2020. v. 37. Citado nas páginas 34 e 35.

AZEVEDO, C. **Homicídios de mulheres no Brasil aumentam 31,46% em quase quatro décadas**. 2023. <<https://portal.fiocruz.br/noticia/homicidios-de-mulheres-no-brasil-aumentam-3146-em-quase-quatro-decadas>>. Acessado em 20 de março de 2023. Citado nas páginas 50 e 51.

BARROS, G. M. M. de; PEREIRA, V.; ROBOREDO, M. C. Electre tree: a machine learning approach to infer electre tri-b parameters. **Data Technologies and Applications**, Emerald Publishing Limited, v. 55, n. 4, p. 586–608, 2021. Citado nas páginas 27 e 30.

BASILIO, M. P. *et al.* Knowledge discovery in research on domestic violence: An overview of the last fifty years. **Data technologies and applications**, Emerald Publishing Limited, v. 55, n. 4, p. 480–510, 2021. Citado nas páginas 16 e 20.

BISWAS, P.; DAS, K.; CHATTERJEE, N. D. Analysis of eve-teasing potential zones using geospatial technologies and ahp: a study in midnapore town, west bengal, india. **GeoJournal**, Springer, v. 86, n. 3, p. 1043–1072, 2021. Citado nas páginas 34 e 35.

BUNCH, C.; REILLY, N. Women’s rights as human rights: twenty-five years on. **International Human Rights of Women**, Springer, p. 21–38, 2019. Citado na página 15.

CARNEIRO, L. V. *et al.* O estado da arte da pesquisa acerca da violência doméstica contra a mulher no brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e7211124458–e7211124458, 2022. Citado na página 25.

Conselho Nacional de Justiça. **Resolução nº 492 de 17 de março de 2023**. 2023. Institui obrigatoriedade de capacitação de magistrados e magistradas, relacionada a direitos humanos, gênero, raça e etnia, em perspectiva interseccional. Disponível em: <<https://atos.cnj.jus.br/files/original144414202303206418713e177b3.pdf>>. Citado na página 16.

Conselho Nacional do Ministério Público. **Recomendação nº 02 de 22 de março de 2023**. 2023. Assegurar a atuação da Instituição ministerial com perspectiva de gênero voltada a modificar práticas jurídicas ou consuetudinárias que respaldem a persistência e a tolerância da violência contra a mulher, bem como assegurar materialmente na atuação do MP o tratamento igualitário na temática de gênero. Disponível em: <[https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Corregedoria/Recomendacoes/Recomenda%C3%A7%C3%A3o\\_CN\\_02-2023\\_-\\_perspectiva\\_de\\_g%C3%AAnero.pdf](https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Corregedoria/Recomendacoes/Recomenda%C3%A7%C3%A3o_CN_02-2023_-_perspectiva_de_g%C3%AAnero.pdf)>. Citado na página 16.

COSTA, S. W. da S.; COSTA, F. A. R.; SERUFFO, M. C. da R. The use of multicriteria decision-making methods for the implementation of equipment to protect women victims of violence: a case study in the amazon. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e37011427409–e37011427409, 2022. Citado nas páginas 33 e 35.

DARKO, A. *et al.* Review of application of analytic hierarchy process (ahp) in construction. **International journal of construction management**, Taylor & Francis, v. 19, n. 5, p. 436–452, 2019. Citado na página 40.

DECKER, M. R. *et al.* Gender-based violence against adolescent and young adult women in low-and middle-income countries. **Journal of Adolescent Health**, Elsevier, v. 56, n. 2, p. 188–196, 2015. Citado nas páginas 20 e 23.

DEKEL, B.; ABRAHAMS, N. ‘i will rather be killed by corona than by him...’: Experiences of abused women seeking shelter during south africa’s covid-19 lockdown. **PLoS one**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 16, n. 10, p. e0259275, 2021. Citado na página 15.

DIMARA, E.; PERIN, C. What is interaction for data visualization? **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, IEEE, v. 26, n. 1, p. 119–129, 2019. Citado na página 32.

EASTMAN, J.; JIANG, H. Fuzzy measures in multi-criteria evaluation. **United States Department of Agriculture Forest Service General Technical Report RM**, US DEPARTMENT OF AGRICULTURE, p. 527–534, 1996. Citado na página 41.

ENGEL, C. L. A violência contra a mulher. In: **Beijing +20: avanços e desafios no Brasil contemporâneo**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Fórum Brasileiro de Segurança Pública. Ministério da Economia., 2020. p. 160–216. Citado nas páginas 17, 20 e 24.

FERNÁNDEZ, E.; FIGUEIRA, J. R.; NAVARRO, J. An indirect elicitation method for the parameters of the electre tri-nb model using genetic algorithms. **Applied Soft Computing**, Elsevier, v. 77, p. 723–733, 2019. Citado na página 30.

GURGEL, A. M.; MOTA, C.; PEREIRA, D. Gestão da segurança pública: Um modelo de classificação multicritério combinado a sistemas de informações geográficas. In: **CONGRESO LATINO IBERO-AMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA**. [S.l.: s.n.], 2012. Citado nas páginas 33, 35 e 38.

HARIKUMAR, S. *et al.* Interactive map using data visualization and machine learning. In: **IEEE. 2020 6th IEEE congress on information science and technology (CiSt)**. [S.l.], 2021. p. 104–109. Citado na página 31.

- IBGE. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2019**. Rio de Janeiro: IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/pesquisa/1/74454?ano=2019>>. Acesso em 31 de março de 2023. Citado nas páginas 19, 38 e 39.
- KOENIG, M. A. *et al.* Individual and contextual determinants of domestic violence in north india. **American journal of public health**, American Public Health Association, v. 96, n. 1, p. 132–138, 2006. Citado na página 23.
- LEFÈVRE, F.; LEFÈVRE, A. M. C. O apoio social às mulheres em situação de violência conjugal. **Revista Saúde e Sociedade**, v. 20, n. 2, p. 361–373, 2011. Citado na página 24.
- LEITE, F. M. C. *et al.* Análise da tendência da mortalidade feminina por agressão no brasil, estados e regiões. **Ciência & Saúde Coletiva**, SciELO Brasil, v. 22, p. 2971–2978, 2017. Citado na página 38.
- MARTINS, J. C. **Determinantes da violência doméstica contra a mulher no Brasil**. 55 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) — Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2017. Citado nas páginas 35, 37, 38 e 39.
- MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R.; ZIELNIEWICZ, P. A user-oriented implementation of the electre-tri method integrating preference elicitation support. **Computers & operations research**, Elsevier, v. 27, n. 7-8, p. 757–777, 2000. Citado nas páginas 27 e 29.
- OLIVEIRA, B. L. d. Segurança pública: classificação das cidades da paraíba quanto à propensão à criminalidade. Universidade Federal de Campina Grande, 2019. Citado nas páginas 33, 34, 35 e 39.
- OLIVEIRA, B. M. de *et al.* Distribuição espacial da violência doméstica contra a mulher. **Journal of Human Growth and Development**, v. 29, n. 1, p. 102–109, 2019. Citado nas páginas 33, 34, 35 e 39.
- PAIM, P.; GARCÍA, L. S.; PEREIRA, E. G. No to violence against any woman! requirements for inclusive mobile applications to denounce domestic violence. In: **Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–6. Citado na página 31.
- PEREIRA, V. **MCDA-06-ELECTRE TRI**. 2017. Citado na página 28.
- RAMOS, B. A.; MORAIS, D. dos S. A violência contra a mulher no brasil: uma análise do aumento do número de casos de feminicídio no brasil em momento pandêmico. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e257111234453–e257111234453, 2022. Citado na página 26.
- ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aiding**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 1996. v. 12. Citado nas páginas 26 e 42.
- SÁNCHEZ, O. R. *et al.* Violence against women during the covid-19 pandemic: An integrative review. **International Journal of Gynecology & Obstetrics**, Wiley Online Library, v. 151, n. 2, p. 180–187, 2020. Citado na página 15.

- SANTOS, B. T. d. H. *et al.* **Classificação dos municípios pernambucanos com relação à segurança pública: uma abordagem multicritério.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2021. Citado nas páginas 33, 35 e 38.
- SANZ-BARBERO, B. *et al.* Intimate partner violence against young women: prevalence and associated factors in europe. **J Epidemiol Community Health**, BMJ Publishing Group Ltd, v. 72, n. 7, p. 611–616, 2018. Citado na página 23.
- SILVA, D. H. M. P. da; MORAIS, A. M. de; MORAIS, A. M. de. Nossa voz: uma plataforma digital para visualização de dados sobre violência contra a mulher no brasil. In: SBC. **Anais do XV Women in Information Technology.** [S.l.], 2021. p. 315–319. Citado na página 25.
- SILVA, L. I. L. D.; ROUSSEFF, D. *et al.* Lei nº 11.340, de 7 de agosto de 2006. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 1, 2006. Citado na página 17.
- SILVA, R. A. d. *et al.* Prevalência e fatores associados a porte de arma e envolvimento em agressão física entre adolescentes de 15 a 18 anos: estudo de base populacional. **Cadernos de Saúde Pública**, SciELO Public Health, v. 25, n. 12, p. 2737–2745, 2009. Citado na página 23.
- TAUCHEN, H. V.; WITTE, A. D.; LONG, S. K. Domestic violence: A nonrandom affair. **International Economic Review**, JSTOR, p. 491–511, 1991. Citado na página 37.
- TUFTE, E. R. **The visual display of quantitative information.** [S.l.]: Graphics press Cheshire, CT, 2001. v. 2. Citado na página 31.
- UNIDAS, A.-G. das N. **Pacto Internacional sobre Direitos Civis e Políticos.** 1966. Decreto nº 592, de 06/07/1992. Citado na página 15.
- UNIDAS, A.-G. das N. **Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra a Mulher.** 1979. Decreto nº 4.377, de 13/09/2002. Citado na página 15.
- WEI, Y. **Electre TRI, aspects méthodologiques et guide d'utilisation.** [S.l.]: Document, 1992. Citado na página 27.
- YARI, A. *et al.* Frequency and determinants of domestic violence against iranian women during the covid-19 pandemic: A national cross-sectional survey. **BMC public health**, Springer, v. 21, p. 1–10, 2021. Citado na página 15.
- ZONG, J. *et al.* Rich screen reader experiences for accessible data visualization. In: WILEY ONLINE LIBRARY. **Computer Graphics Forum.** [S.l.], 2022. v. 41, n. 3, p. 15–27. Citado na página 32.

**APÊNDICE A – LISTA DE CLASSIFICAÇÃO DOS  
MUNICÍPIOS**

localidade	IAP	IDH	PIB	GINI	CLASS	localidade	IAP	IDH	PIB	GINI	CLASS
Abaetetuba	0,67	0,64	0,01	0,56	1	Moju	0,18	0,39	0,02	0,75	3
Abel Figueiredo	0,7	0,62	0,02	0,75	1	Mojuí dos Campos	0	0	0,02	0	3
Acará	0,18	0,27	0,03	0,81	3	Monte Alegre	0,7	0,52	0,02	0,63	1
Afuá	0,18	0,22	0,01	0,63	3	Muaná	0,18	0,39	0,01	0,75	3
Água Azul do Norte	0,4	0,45	0,04	0,75	2	Nova Esperança do Piriá	0,4	0,26	0,02	0,94	2
Alenquer	0,18	0,45	0,02	0,63	3	Nova Ipixuna	0,4	0,5	0,01	0,44	2
Almeirim	0,7	0,68	0,04	0	1	Nova Timboteua	0,18	0,58	0,01	0,88	3
Altamira	0,18	0,75	0,07	0,56	3	Novo Progresso	0,4	0,78	0,08	0,94	2
Anajás	0,48	0,2	0,01	0,81	2	Novo Repartimento	0,18	0,36	0,02	0,56	3
Ananindeua	0,55	0,91	0,04	0,69	1	Óbidos	0,7	0,54	0,05	0,69	1
Anapu	0,4	0,4	0,03	0,56	2	Oeiras do Pará	0,4	0,27	0,02	0,88	2
Augusto Corrêa	0,4	0,31	0,01	0,56	2	Oriximiná	0,48	0,62	0,08	0,56	2
Aurora do Pará	0,78	0,31	0,01	0,81	0	Ourém	0	0,46	0,02	0,81	3
Aveiro	0,7	0,38	0,01	0,81	1	Ourilândia do Norte	0,7	0,63	0,05	0,69	1
Bagre	0,18	0,16	0	0,75	3	Pacajá	0,22	0,3	0,03	0,56	2
Baião	0,48	0,49	0,02	0,75	2	Palestina do Pará	0,48	0,52	0,01	0,75	2
Bannach	0	0,54	0,07	0,69	3	Paragominas	0,78	0,69	0,08	0,5	0
Barcarena	0,78	0,74	0,13	0,5	0	Parauapebas	0,93	0,91	0,37	0,63	0
Belém	0,55	1	0,06	0,38	1	Pau D'Arco	0,22	0,48	0,04	0,56	2
Belterra	0	0,52	0,01	0,94	3	Peixe-Boi	0,7	0,5	0	0,81	1
Benevides	0	0,75	0,07	0,75	3	Piçarra	0	0,44	0,04	0,75	3
Bom Jesus do Tocantins	0	0,52	0,02	0,56	3	Placas	0,18	0,41	0,01	0,94	3
Bonito	0	0,39	0,02	1	3	Ponta de Pedras	0,3	0,44	0,01	0,81	2
Bragança	0,22	0,55	0,01	0,69	2	Portel	0,4	0,2	0,03	0,56	2
Brasil Novo	0	0,59	0,05	0,88	3	Porto de Moz	0,22	0,26	0,01	0,69	2
Brejo Grande do Araguaia	0	0,53	0,02	0,69	3	Praíha	0,48	0,32	0,02	0,88	2
Breu Branco	0,52	0,46	0,01	0,69	1	Primavera	0	0,48	0,06	0,81	3
Breves	0,9	0,26	0,01	0,56	0	Quatipuru	0	0,38	0,01	0,88	3
Bujaru	0,48	0,41	0,03	0,69	2	Redenção	0,85	0,77	0,06	0,56	0
Cachoeira do Piriá	0,3	0,17	0	0,88	2	Rio Maria	0,18	0,67	0,08	0,88	3
Cachoeira do Arari	0,4	0,39	0,01	0,63	2	Rondon do Pará	0,18	0,56	0,02	0,38	3
Cametá	0,3	0,48	0,01	0,63	2	Rurópolis	0	0,4	0,01	0,81	3
Canaã dos Carajás	0,18	0,78	1	0,81	3	Salinópolis	0,18	0,7	0,03	0,75	3
Capanema	0,85	0,72	0,04	0,69	0	Salvaterra	0,4	0,58	0,01	0,75	2
Capitão Poço	0,22	0,4	0,03	0,63	2	Santa Bárbara do Pará	0,45	0,64	0,01	0,94	2
Castanhal	0,45	0,78	0,05	0,63	2	Santa Cruz do Arari	0	0,42	0,01	0,88	3
Chaves	0,18	0,11	0,01	0,94	3	Santa Izabel do Pará	0,18	0,73	0,02	0,69	3
Colares	0,18	0,56	0,01	1	3	Santa Luzia do Pará	0	0,39	0,01	0,69	3
Conceição do Araguaia	0,4	0,68	0,02	0,38	2	Santa Maria das Barreiras	0,22	0,38	0,06	0,81	2
Concórdia do Pará	0	0,45	0,01	0,69	3	Santa Maria do Pará	0,4	0,55	0,02	0,88	2
Cumarú do Norte	0,55	0,4	0,06	0,94	1	Santana do Araguaia	0,18	0,56	0,03	0,69	3
Curionópolis	0,7	0,66	0,17	0,63	1	Santarém	0,55	0,83	0,04	0,38	1
Curralinho	0,7	0,26	0,01	0,63	1	Santarém Novo	0	0,52	0,01	1	3
Curuá	0	0,49	0,01	0,94	3	Santo Antônio do Tauá	0,22	0,65	0,02	0,81	2
Curuçá	0	0,5	0,01	0,69	3	São Caetano de Odivelas	0,4	0,51	0,01	0,69	2
Dom Eliseu	0,18	0,6	0,02	0,69	3	São Domingos do Araguaia	0,18	0,54	0,02	0,56	3
Eldorado do Carajás	0,22	0,43	0,03	0,56	2	São Domingos do Capim	0,18	0,35	0,02	0,63	3
Faro	0,22	0,44	0,01	0,63	2	São Félix do Xingu	0,18	0,54	0,02	0,44	3
Floresta do Araguaia	0,48	0,5	0,03	0,75	2	São Francisco do Pará	0	0,58	0,03	0,94	3
Garrafão do Norte	0,48	0,33	0,01	0,81	2	São Geraldo do Araguaia	0,22	0,54	0,05	0,5	2
Goianésia do Pará	0,22	0,43	0,01	0,69	2	São João da Ponta	0	0,5	0,01	0,88	3
Gurupá	0,48	0,28	0,01	0,69	2	São João de Pirabas	0,18	0,37	0,01	0,81	3
Igarapé-Açu	0,18	0,54	0,01	0,81	3	São João do Araguaia	0,4	0,4	0,01	0,56	2
Igarapé-Miri	0	0,39	0,01	0,69	3	São Miguel do Guamá	0	0,53	0,02	0,63	3
Inhangapi	0	0,47	0,02	0,94	3	São Sebastião da Boa Vista	0,22	0,43	0,01	0,94	2
Ipixuna do Pará	0,7	0,22	0,01	0,75	1	Sapucaia	0,18	0,52	0,04	0,69	3
Irituia	0,48	0,43	0	0,75	2	Senador José Porfírio	0	0,29	0,03	0,75	3
Itaituba	0,78	0,68	0,05	0,5	0	Soure	0,78	0,6	0,01	0,69	0
Itupiranga	0,18	0,34	0,02	0,75	3	Tailândia	0,18	0,52	0,01	0,69	3
Jacareacanga	0	0,27	0,21	0,94	3	Terra Alta	0,4	0,57	0	0,69	2
Jacundá	0,22	0,62	0,01	0,69	2	Terra Santa	0	0,66	0,07	0,75	3
Juruti	0,4	0,53	0,05	0,63	2	Tomé-Açu	0,52	0,51	0,02	0,63	1
Limoeiro do Ajuru	0	0,38	0,03	0,94	3	Tracuateua	0,4	0,34	0,01	0,88	2
Mãe do Rio	0,18	0,55	0,02	0,69	3	Trairão	0,18	0,44	0,03	0,94	3
Magalhães Barata	0,18	0,55	0,01	0,88	3	Tucumã	0,52	0,73	0,05	0,75	1
Marabá	0,45	0,76	0,13	0,5	2	Tucuruí	0,85	0,76	0,15	0,56	0
Maracanã	0	0,46	0,01	0,69	3	Ulianópolis	0,4	0,57	0,08	0,69	2
Marapanim	0,22	0,58	0,01	0,88	2	Uruará	0,22	0,52	0,03	0,69	2
Marituba	0,22	0,79	0,03	0,81	2	Vigia	0,48	0,61	0,01	0,81	2
Medicilândia	1	0,5	0,05	0,75	0	Viseu	0,7	0,3	0,01	0,75	1
Melgaço	1	0	0	1	0	Vitória do Xingu	0	0,54	0,94	0,69	3
Mocajuba	0,18	0,48	0,02	0,44	3	Xinguara	0,22	0,7	0,08	0,63	2