

Programação Linear

Otimização de Recursos para Combate ao Crime

Bianca Simas Wolfgram - 62635

Sistemas de Informação (Unieuro)

Brasília-DF, Brasil

biancawolfgram@gmail.com

Max William Querino Rocha - 41186

Sistemas de Informação (Unieuro)

Brasília-DF, Brasil

maxte4r@gmail.com

Prof. Me. Aldo Henrique Dias Mendes

Sistemas de Informação (Unieuro)

Brasília-DF, Brasil

aldoh.ti@gmail.com

Resumo—Este estudo aborda a otimização da alocação de recursos para o combate ao crime contra a mulher no ano de 2021. Utilizando técnicas avançadas de programação linear, busca-se maximizar a distribuição dos recursos financeiros para cada unidade federativa do Brasil de acordo com a necessidade, verificada através dos quantitativos de crimes registrados. A distribuição equitativa e eficiente dos recursos visa atender às demandas específicas de cada região, contribuindo para um ambiente mais seguro e resiliente.

Palavras-Chave—crime contra a mulher; alocação de recursos; programação linear; violência de gênero; segurança pública.

I. INTRODUÇÃO

Em um contexto onde a necessidade de combater o crime é urgente, a alocação eficaz de recursos se mostra crucial para garantir a segurança e o bem-estar da comunidade. Nos anos de 2020 e 2021, marcados por eventos significativos e transformações socioculturais, é essencial adotar uma abordagem estratégica e inovadora na distribuição de recursos para combater o crime contra a mulher. Este estudo propõe uma análise otimizada da alocação de recursos, visando maximizar a eficácia das medidas de erradicação da violência de gênero nesse período. Ao utilizar técnicas avançadas de programação linear, busca-se uma distribuição equitativa e eficiente dos recursos, alinhando-os proporcionalmente às necessidades específicas de cada região. Exploramos as complexidades dos desafios contemporâneos relacionados ao crime contra a mulher, apresentando uma estrutura metodológica para otimizar a resposta às diversas formas de violência de gênero, contribuindo para um ambiente mais seguro e resiliente.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO

A. Algoritmo de Distribuição de Recursos Baseado em Casos de Feminicídio

Em um país onde se registrou um feminicídio a cada seis horas e meia em 2020, a proposta central deste estudo é empregar os dados publicados sobre o total de crimes relacionados a mulheres em cada unidade federativa e o orçamento federal destinado ao combate desses delitos. Com a aplicação de um algoritmo de programação linear, propõe-se

realizar um experimento no qual esse orçamento seja distribuído de maneira proporcional ao total de casos registrados em cada unidade federativa, buscando uma alocação de recursos mais eficiente e direcionada.

B. O orçamento

O presente estudo não conseguiu especificar o montante destinado exclusivamente para a segurança das mulheres. Assim, o valor adotado refere-se ao orçamento federal destinado a políticas voltadas para as mulheres em 2021. Esta informação foi extraída de uma pesquisa realizada pela ONG Inesc, que atua na defesa dos direitos humanos. Conforme o estudo, o valor destinado foi de 61,40 milhões de reais.

III. METODOLOGIA

A base de dados foi extraída do Anuário Brasileiro de Segurança Pública, é uma fonte pública e acessível que proporciona dados relevantes para pesquisadores, profissionais da área, gestores públicos e organizações da sociedade civil interessadas em aprofundar seu entendimento sobre a segurança pública no Brasil.

O Anuário compila e analisa dados provenientes de registros policiais, abrangendo informações sobre criminalidade, dados do sistema prisional e gastos com segurança pública, entre outros recortes que são atualizados em cada edição.

C. Modelo de Otimização

Variáveis de Decisão:

x_{uf} , para cada unidade federativa uf

Função Objetivo:

Maximizar $\sum_{uf} x_{uf}$

Restrições de Proporcionalidade:

$x_{uf} \geq \left(\frac{\text{Crimes}_{uf}}{\text{Total_Crimes_2021}} \right) \times \text{Orçamento_Total_2021}$, para cada unidade federativa uf

Restrição Global do Orçamento:

$\sum_{uf} x_{uf} \leq \text{Orçamento_Total_2021}$

D. Implementação

Para a implementação do modelo de otimização foi utilizada a biblioteca PuLP do Python com o solver CBC (Coin-or branch and cut) para a realização do pseudocódigo:

Função Objetivo:

Maximizar $\sum_{uf} x_{uf}$

código função objetivo:

```
prob += lpSum([x[uf] for uf in dadosCrimes_2021['sigla_uf'].unique()])
```

Restrições de Proporcionalidade:

$x_{uf} \geq \left(\frac{\text{Crimes}_{uf}}{\text{Total_Crimes_2021}} \right) \times$

Orçamento_Total_2021, para cada unidade federativa uf

código restrição de proporcionalidade:

```
for uf in dadosCrimes_2021['sigla_uf'].unique():
    uf_crimes =
    dadosCrimes_2021[dadosCrimes_2021['sigla_uf'] == uf]['Total'].sum() ==
    prob += x[uf] >= (uf_crimes / total_crimes_2021) *
    orcamento_total_2021
```

Essa restrição garante que o orçamento seja distribuído de forma proporcional à quantidade de crimes registrados em cada UF.

Restrição Global do Orçamento:

$\sum_{uf} x_{uf} \leq \text{Orçamento_Total_2021}$

código restrição global do orçamento:

```
prob += lpSum([x[uf] for uf in dadosCrimes_2021['sigla_uf'].unique()]) <=
orcamento_total_2021
```

A restrição global de orçamento não permite que o valor alocado para as UFs não ultrapasse o orçamento federal de R\$61,40 milhões.

E. Ferramentas e tecnologias

A construção do código utiliza uma combinação de linguagem de programação Python, bibliotecas utilizadas como Pandas e PuLP, um solver de otimização conhecido como CBC, classes e funções fornecidas pelo PuLP

a) **Python** é uma linguagem de programação de alto nível amplamente utilizada para desenvolvimento de software, análise de dados e machine learning.

b) **Pandas** é uma biblioteca em Python que oferece estrutura de dados de alto desempenho e ferramentas de análise de dados.

c) **PuLP** é uma biblioteca em Python para modelagem e solução de problemas de programação linear

d) **CBC** é um solver open-source desenvolvido pelo projeto Coin-OR (*Optimization for Operations Research*).

e) **LpProblem** é uma classe fornecida pelo PuLP que representa um problema de programação linear. Ela é utilizada para criar o esqueleto do problema, definir o tipo de otimização (maximizar ou minimizar) e adicionar variáveis, restrições e a função objetivo.

f) **LpVariable** é uma classe do PuLP que representa variáveis de decisão em um problema de programação linear. Elas são usadas para representar as quantidades que o otimizador tentará otimizar.

g) **lpSum** é uma função do PuLP que facilita a criação da função objetivo.

h) **LpStatus** é uma classe do PuLP que fornece informações sobre o status da solução de programação linear.

IV. EXPERIMENTOS E RESULTADOS

A. Configuração dos Experimentos

Os experimentos foram conduzidos utilizando dados de crimes coletados a partir do conjunto de dados disponível no site do Fórum brasileiro de segurança pública. O arquivo CSV contém informações detalhadas sobre diferentes unidades federativas, incluindo a quantidade total de crimes por ano e a sigla da UF.

B. Tratamento dos dados

Foram escolhidas quatro colunas-chave para análise: sigla_uf, quantidade_feminicidio, quantidade_lesao_corporal_dolosa_violencia_domestica e quantidade_estupro. Essas colunas fornecem a quantidade de crimes registrados em cada UF sobre feminicídio, lesão corporal dolosa por violência doméstica e estupro, sendo essas informações cruciais para a compreensão da dinâmica criminal.

Uma filtragem criteriosa foi realizada para considerar apenas os dados referentes ao ano de 2021. Essa abordagem visa concentrar a análise em um período específico, facilitando a interpretação dos resultados e oferecendo uma visão atualizada das condições criminais.

Código: dadosCrimes_2021 = dadosCrimes[dadosCrimes['ano'] == 2021]

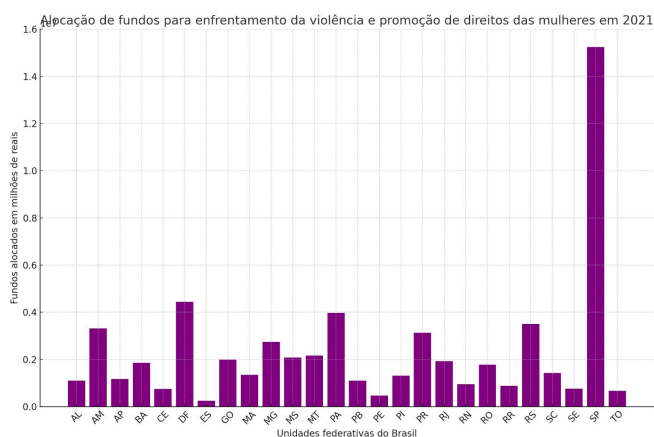
C. Experimento

O experimento foi realizado utilizando a linguagem de programação Python e a biblioteca PuLP, especializada em programação linear, para resolver a questão da alocação de fundos. A função objetivo do algoritmo era maximizar a distribuição de um orçamento de R\$61,40 milhões, estabelecido em 2021, entre todas as unidades federativas (UFs), considerando a soma total dos crimes de feminicídio, lesão corporal e estupro de cada UF. As variáveis de decisão definidas no modelo de otimização correspondem às siglas das 27 UFs do Brasil.

Para assegurar a correta funcionalidade da função objetivo, algumas restrições foram impostas. Uma delas estipula que o valor máximo distribuído não deve exceder os R\$61,40 milhões. Outra restrição, de crucial importância, assegura que a distribuição orçamentária para cada UF seja proporcional ao número de crimes registrados. A execução do algoritmo produziu uma série de valores sugeridos para cada UF, apresentados em uma lista alfabética que relaciona cada UF ao valor correspondente a ela.

D. Resultados

O experimento evidenciou regiões que, de acordo com o modelo, receberiam mais ou menos recursos, destacando áreas que podem necessitar de atenção adicional ou onde a eficácia das políticas existentes poderia ser reavaliada.



A biblioteca PuLP fornece informações sobre o status das solicitações realizadas. Durante a execução do algoritmo, o status retornado foi "Optimal", indicando que uma solução ótima foi alcançada em apenas 4,3 segundos. Isso significa que todas as restrições impostas foram satisfeitas e o orçamento de R\$61,40 milhões foi distribuído de maneira a maximizar sua utilização, demonstrando a eficiência e rapidez do algoritmo na solução do problema.

Também é possível verificar que dos R\$61,40 milhões, o algoritmo conseguiu aproveitar R\$61.399.999,63.

```
Total de Fundos Alocados em 2021: R$ 61399999.65 milhões
Status da solução: Optimal
[Finished in 4.3s]
```

V. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou a eficácia de um algoritmo de programação linear na otimização da alocação de recursos federais para o combate à violência contra mulheres no Brasil. Utilizando a linguagem Python e a biblioteca PuLP, o algoritmo foi capaz de propor uma distribuição de um orçamento de R\$ 61,4 milhões entre as unidades federativas de maneira eficiente e proporcional à incidência de crimes de feminicídio, lesão corporal e estupro em cada região. A execução do algoritmo, que concluiu em 4,3 segundos, alcançou o status "Optimal", confirmando que a solução encontrada era a mais eficiente dentro das restrições estabelecidas. Este resultado sublinha a importância do registro desses tipos de crime por parte das vítimas e da tecnologia na formulação de políticas públicas mais efetivas e responsivas às necessidades reais das mulheres no país.

REFERÊNCIAS

- [1] PANDAS, API reference, <https://pandas.pydata.org/docs/reference/index.html>, 2023
- [2] INESC, "Notas técnicas: Análise do orçamento das políticas públicas para as mulheres - 2019 a 2021", https://inesc.org.br/wp-content/uploads/2022/03/8-de-Marco_Orcamento.docx.pdf?x96134, 2022.
- [3] MITCHELL, S.; O'SULLIVAN, M.; DUNNING, I. PuLP: a linear programming toolkit for Python.(Technical Report) University of Auckland, 2011.
- [4] Fórum Brasileiro de Segurança Pública, "Anuário brasileiro de segurança pública", <https://basedosdados.org/dataset/9a2368e4-2fa6-4b42-88b7-026aa048f5ab?table=82e257d0-3564-4122-ba4a-78a039ca89b7>, 2023.
- [5] Barbosa Gustavo, "Proposta de metodologia de alocação de atividades considerando uma estrutura Scrum aplicada em várias equipes", <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=471275>, 2019.