LVI SBPO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL
DE 04 ATÉ 07 NOVEMBRO 2024
FORTALEZA | CEARÁ

Modelos de localização para avaliação e proposição de Casas de Convivência para idosos no Rio de Janeiro

Júlia Brandão Calixto
Pedro Paixão Borges
Luciana S. Pessoa
Departamento de Engenharia Industrial
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
R. Marquês de São Vicente, 225, Gávea, Rio de Janeiro, RJ, 22452-900
calixxtoju@hotmail.com, pedropaixaob@gmail.com,
lucianapessoa@puc-rio.br

RESUMO

O aumento constante da população idosa nos ultimos anos sinaliza uma significativa transição demográfica. Esse cenário impõe aos governos a necessidade de investir em políticas públicas específicas para atender essa crescente parcela da população, garantindo sua qualidade de vida e bem-estar. Nesse sentido, o presente estudo busca analisar a infraestrutura de atendimento aos idosos no município Rio de Janeiro através das Casas de Convivência, mantidas pela Prefeitura. A pesquisa se concentra na localização das Casas e na distribuição geográfica de seus usuários. Com essa finalidade, serão aplicados conceitos de dois modelos de programação linear; P-Mediana e P-Centro, adicionados ao uso de ferramentas gráficas, possibilitando a compreensão da solução atual ˜ do município e a proposição de localidades para abertura de novas Casas. Ademais, foi desenvolvido um aplicativo Shiny para melhorar a visualização dos resultados obtidos e atual infraestrutura de atendimento, facilitando a análise e a tomada de decisões por parte dos gestores públicos.

PALAVRAS CHAVE. Casas de Convivência, Atendimento a idosos, Programação Linear, Problemas de Localização.

Tópicos: PO na Administração Pública e Educação, Outras aplicações em PO

ABSTRACT

The continuous increase of the elderly population in recent years indicates a significant demographic transition. This scenario imposes on governments the need to invest in specific public policies to cater for this growing section of the population, guaranteeing their quality of life and well-being. With this in mind, this study seeks to analyze the infrastructure for caring for the elderly in the municipality of Rio de Janeiro through the Community Centers for the elderly, maintained by the municipal government. The research focuses on the location of the Centers and the geographical distribution of their beneficiaries. To this end, concepts from two linear programming models will be applied: P-Median and P-Center, along with the use of graphical tools, making it possible to understand the municipality's current solution and propose locations for opening new homes.In addition,a Shiny application was developed to improve visualization of the results obtained and the current service infrastructure, facilitating analysis and decision making by government authorities.

KEYWORDS. Community Centers, Elderly care, Linear programming, Location problems.

Paper topics: OR in Public Administration and Education; Other applications in OR

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

1. Introdução

Em um mundo em rápida transição demográfica, no qual o envelhecimento populacional é uma realidade crescente, a necessidade de espaços e programas que atendam às demandas específicas dos idosos se torna cada vez mais importante. De acordo com resultados do Censo Demográfico de 2022, a proporção da população brasileira com mais de 65 anos chegou a 10,9% da população total, uma alta de 57,4% frente aos números de 2010. Tratando especificamente de dados municipais, o índice de envelhecimento do Rio de Janeiro é 121,4 pessoas com 60 anos ou mais para cada 100 pessoas com até 14 anos [IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023].

Neste contexto, a promoção da saúde física, mental e emocional da população idosa é um desafio global que se alinha diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em particular no que se refere ao tema de Saúde e Bem-Estar (ODS3). Como resposta a esse desafio no município do Rio de Janeiro, a Secretaria Municipal do Envelhecimento Saudável e Qualidade de Vida (SEMESQV) mantém o programa de Casas de Convivência e lazer em toda a cidade [SEMESQV]. Nestes espaços, são oferecidas atividades diversas e oficinas gratuitas, predominantemente direcionadas a pessoas a partir de 60 anos. Estas instituições desempenham um papel vital na promoção do envelhecimento saudável, proporcionando não apenas um ambiente socialmente estimulante, mas também oportunidades para o desenvolvimento pessoal e a manutenção da saúde.

Atualmente, o projeto conta com 8 casas ativas em diferentes bairros, mas existem projetos para a criação de novas unidades. Dessa forma, é preciso pensar nas necessidades específicas do público atendido, principalmente no que se refere à distância e acessibilidade das unidades. É importante que a população idosa não precise enfrentar longas e difíceis jornadas. Portanto, a proximidade entre a residência do idoso e a Casa frequentada é essencial, uma vez que se espera que realizem o trajeto até as mesmas sozinhos.

O presente estudo objetiva entender a infraestrutura atual de atendimento aos idosos no município do Rio de Janeiro por meio das Casas de Convivência, mantidas pela Prefeitura através da SEMESQV. Esta análise será realizada a partir da localização das Casas atuais e da distribuição geográfica dos idosos que acessam seus serviços. Outrossim, são analisados modelos de problema de localização para compreender como esse atendimento poderia ser otimizado por meio da abertura de novas Casas.

2. Trabalhos relacionados

A literatura científica recente apresenta a aplicação de métodos de Pesquisa Operacional para resolver problemas reais no contexto do atendimento à população idosa. Destaca-se o trabalho realizado por Bittencourt et al. [2022], no qual um modelo de Cobertura Máxima é aplicado para otimização da localização dos Centros Dia, centros de serviço criados pelo governo espanhol para o atendimento à população idosa, adicionalmente à avaliação da atual estrutura de assistência da cidade.

Ainda no contexto espanhol, trabalhos como De Armas et al. [2021] também adotam uma estrutura metodológica similar, aplicando modelos de Pesquisa Operacional na avaliação e otimização das operações logísticas relacionadas à Tecnologia Assistiva (TA). O objetivo é melhorar o acesso a equipamentos, como camas hospitalares e cadeiras de rodas, cruciais para a independência e qualidade de vida dos idosos. Realizado em colaboração com o programa de TA de Barcelona, Banc del Moviment (BM), o artigo propõe soluções para a localização de pontos de serviço utilizando modelos p-mediana e duplo p-mediana.

O trabalho de Arvelo et al. [2020] compartilha abordagens e metodologias relacionadas, focando na análise da demanda por cuidados aos idosos em Barcelona. Nesse caso, ferramentas descritivas como Mapas Coropléticos, Análise de Clusters, Análise de Componentes Principais e

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

Regressão Linear são aplicadas para examinar a distribuição da procura por esses serviços, detectando as deficiências no sistema público de atendimento e cuidados a população idosa, identificando as áreas mais desfavorecidas e desenvolvendo proposições de aprimoramento do mesmo. Os autores também propõem investigar a conexão entre a demanda por cuidados e incidência cumulativa de COVID-19, além de desenvolver o mapeamento das características e distribuição da população idosa, bem como suas necessidades, propõe possíveis soluções para o problema de localização dos centros de operação de atendimento domiciliar.

Também é possível notar na literatura a existência de diversos trabalhos utilizando abordagens puramente descritivas, como o realizado por Rodriguez-Pereira et al. [2020]. Através de técnicas como Cluster Analysis, Multidimensional Scaling, Principal Component Analysis(PCA) e Multiple Regression (MR), o artigo avalia a eficácia da atual infraestrutura do atendimento à saúde da população idosa e deficiente na cidade de Barcelona.

No contexto brasileiro, pesquisas como Miranda et al. [2016a] e Miranda et al. [2016b] foram desenvolvidas como estudos de caso, trazendo discussões sobre a qualidade de vida dos idosos, assim como os desafios e consequências do envelhecimento da população. O primeiro estudo examina os desafios futuros para as políticas públicas no Brasil e mostra a necessidade de um sistema de saúde constante para lidar com uma crescente complexidade crescente das hospitalizações. Nesse caso, são utilizados dados secundários e entrevistas com especialistas em políticas sociais e saúde, além da análise de indicadores demográficos do IBGE, dados de benefícios do Ministério da Previdência Social e do Ministério da Saúde. O segundo é um levantamento transversal com 257 idosos, tendo como base o instrumento World Health Organization Quality of Life Assessment versão breve (WHOQOL-bref). Nesse trabalho, é examinada a qualidade de vida dos idosos em Belo Horizonte, com foco em aspectos como idade, atividade física e condições de saúde que impactam a satisfação com a vida. Ambos destacam a necessidade de métodos específicos para atender demandas dessa parcela da população.

Finalmente, de forma mais geral, diversas aplicações das ferramentas de Pesquisa Operacional em contextos sociais podem ser encontradas na literatura. Buil et al. [2021] desenvolvem soluções para o problema real de assistência rodoviária, direcionada às empresas que fornecem serviços à veículos que tenham sofrido falhas mecânicas ou acidentes. O artigo foca na previsão desses incidentes e como estes afetam a alocação de recursos e custos operacionais. Um modelo de machine learning foi construido, enriquecido com dados de séries temporais e dados externos como clima, feriados e portfólios de clientes. As técnicas utilizadas incluem; Análise de Clusters, técnicas de validação cruzada, modelos de previsão clássicos, como ARIMA e suavização exponencial e modelos de machine learning, incluindo Decision Tree Regressor, Gradient Boosting Regressor e Random Forest.

De Armas et al. [2022] também cobre um tópico de importância social, a localização de escolas públicas primárias em áreas urbanas de países em desenvolvimento. A pesquisa leva em consideração vários fatores, incluindo cobertura populacional, distâncias a pé, orçamento disponível, redimensionamento das escolas existentes e a melhor localização para as novas escolas. A Ciudad Benito Juarez foi utilizada como estudo de caso para avaliar a rede de escolas atual e criar cenários para 2030, os experimentos foram desenvolvidos a partir do modelo de Programação Linear Inteira, com a variação do número de novas escolas, diferentes orçamentos e projeções populacionais, além da definição da cobertura alvo com uma distância máxima de caminhada.

3. Metodologia

Como mencionado anteriormente, o presente trabalho possui dois objetivos principais: a compreensão da situação atual de atendimento aos idosos por meio das Casas de Convivência e a sugestão de locais ótimos para atendimento a partir de modelos de localização. Para isso,

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

identificamos dois momentos: **aquisição e tratamento de dados da população frequentadora das Casas atualmente** e **formulação e aplicação de modelos de Pesquisa Operacional**. As decisões metodológicas adotadas nesses dois contextos são descritos em detalhe a seguir.

3.1. Aquisição e tratamento de dados

Para o desenvolvimento dos experimentos, foram utilizados os códigos de endereçamento postal (CEP) dos usuários cadastrados nas Casas,fornecidos pela parceria com a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, bem como os endereços das próprias Casas. Além disso, utilizamos as configurações geoespaciais dos bairros do município, obtidas por meio do DATA.RIO, o principal portal da Prefeitura para disseminação de dados públicos. Antes de qualquer procedimento de limpeza e tratamento, os usuários estavam distribuídos entre as casas existentes da seguinte forma:.

Os dados foram submetidos a um processo de tratamento para limpeza e preparação, devido à erros associados ao processo de cadastro manual. A planilha Excel fornecida pela prefeitura e todos os dados secundários utilizados nessa parte do processo experimental foram tratados utilizando o software R. A tabela subsequente apresenta a relação das Casas de Convivência, seus respectivos endereços e o número de CEPs de usuários cadastrados antes de qualquer procedimento.

Tabela 1: Dados antes do tratamento

Casa de Conviência	CEPs de Usuários Cadastrados	Endereço
Casa Bibi Franklin Leal	298	Rua General Espírito Santo Cardoso, 514 – Tijuca
Casa Maria Haydée	553	Rua Padre Leonel França, 240 – Gávea
Casa Carmem Miranda	789	Avenida Nossa Senhora da Penha, 42, 3º andar – Penha
Casa Naná Sette Câmara	405	Av. Niemeyer, 776, 11º andar - São Conrado
Casa Padre Velloso	731	Rua São Clemente, 312 – Botafogo
Casa Clara Nunes	784	Rua Soares Caldeira, 115 – Parque de Madureira
Casa Dercy Gonçalves	603	Avenida Hermínio Aurélio Sampaio, 105 - Santa Cruz
Casa Lolitta Rodrigues	843	Estrada do Margarça, 3325 – Guaratiba
Total	5006	

O processo de transformação dos dados ocorreu em duas etapas, ambas realizadas no software R. Primeiramente, os CEPs foram convertidos em coordenadas geográficas (longitude e latitude) utilizando a API de Geocodificação do Google Maps, que converte endereços e códigos postais em coordenadas geográficas. . Em seguida, foi calculada a distância entre cada usuário e os centróides de todos os bairros do município, que foram definidos a partir dos dados geoespaciais de cada bairro no software R. É importante destacar que nos bairros onde existem Casas de Convivência, os centróides foram substituídos pelas coordenadas das respectivas Casas, são eles; Botafogo, Gávea, Guaratiba, Madureira, Penha, Santa Cruz, São Conrado e Tijuca. Adicionalmente, foi calculada a distância entre todos os centróides dos bairros, seguindo o mesmo processo de substituição mencionado anteriormente. Essas matrizes foram construídas utilizando a API Open Street Routing Machine (OSRM), uma ferramenta de código aberto que permite calcular rotas entre pares de pontos em qualquer lugar do mundo, com base nos dados do OpenStreetMap. É possível escolher o perfil de transporte desejado para os cálculos de distância, como carro, a pé ou bicicleta. Para este estudo, o perfil selecionado foi o de carro.

Durante o processo de tratamento e preparação dos dados, algumas perdas foram inevitáveis. Cerca de 1,61% das observações foram descartadas durante a limpeza dos CEPs, devido à sua completa incompreensibilidade. Adicionalmente, ao converter os dados para coordenadas,

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

houve uma porcentagem de erro associada à ferramenta utilizada, resultando na perda de 10,49% dos dados originais. Ao final do processo, um total de 4379 coordenadas foram utilizadas na geração da matriz de distância aplicada nos modelos de localização, em conjunto com os 164 pontos associados aos centróides de bairro e Casas de Convivência.

3.2. Desenvolvimento dos modelos

Levando em conta o contexto apresentado anteriormente, foram utilizados dois modelos de programação linear para sugerir a construção de novas unidades para as Casas de Convivência e Lazer do município do Rio de Janeiro. Trata-se dos modelos clássicos **P-Mediana** e **P-Centro**, já utilizados com sucesso em trabalhos semelhantes na literatura em contextos de cunho social. A utilização destes dois modelos separadamente é explicada pelas suas especificidades em relação à função objetivo e restrições, que por sua vez manifestarão duas estratégias distintas para o processo decisório de onde instalar as novas Casas. Essas diferenças serão discutidas ao longo do trabalho. Antes disso, no entanto, iniciamos por apresentar os conjuntos e parâmetros utilizados nas Tabelas 2 e 3.

Conjuntos de domínio	Descrição
$\mathbb{I}$	Frequentadores de casas de convivência do Rio de Janeiro
$\mathbb{J}$	Casas de convivência existentes e potenciais

Tabela 2: Conjuntos utilizados

Parâmetros	Descrição	Valores utilizados
P	Número de casas de convivência abertas	[8, ..., 164]
d_{ij}	Distância entre cidadão i e casa de convivência j	Calculado pelo software OSRM
m	Small-m	10^{-12}

Tabela 3: Parâmetros dos modelos

Considerando os conjuntos e parâmetros anteriores, finalmente apresentamos as formulações dos dois modelos clássicos a serem adotados no contexto do problema.

- **P-Mediana**: tem como objetivo minimizar a distância total entre as casas de convivência e os cidadãos alocados a elas, ou, equivalentemente, sua distância média. Um modelo de p-medianas pode ser representado como

$$min \sum_{i\in\mathbb{I}}\sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij}d_{ij} \qquad s.a. \quad \begin{cases} \sum_{j\in\mathbb{J}} y_j = P & \\ \sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij} = 1 & \forall i \in \mathbb{I} \\ x_{ij} \leq y_j & \forall i \in \mathbb{I}, j \in \mathbb{J} \\ x_{ij}, y_j \in \{0,1\} & \forall i \in \mathbb{I}, j \in \mathbb{J} \end{cases} \tag{1}$$

Nesse caso, x_{ij} e y_j são variáveis de decisão binárias, que representam os processos de alocação e abertura de unidades, respectivamente. Em particular, tem-se $x_{ij} = 1$ se o cidadão i for alocado para a unidade j, e 0 caso contrário. De forma análoga, define-se que $y_j = 1$ se a unidade no bairro j for aberta, e 0 caso a abertura não se concretize.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

- **P-Centro**: tem como objetivo minimizar o raio de cobertura das casas de convivência abertas, ou seja, a distância máxima entre unidades abertas e os cidadãos alocados a elas. Este raio é representado por uma variável de decisão r. Além disso, consideramos que a alocação de cada cidadão é feita para a unidade mais próxima dentre as unidades que estejam no raio de cobertura. Utilizamos a formulação:

$$min \;\; r + m(\sum_{i\in\mathbb{I}}\sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij}d_{ij}) \qquad s.a. \quad \begin{cases} \sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij}d_{ij} \leq r & \forall i \in \mathbb{I} \\ \sum_{j\in\mathbb{J}} y_j = P & \\ \sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij} = 1 & \forall i \in \mathbb{I} \\ x_{ij} \leq y_j & \forall i \in \mathbb{I}, j \in \mathbb{J} \\ x_{ij}, y_j \in \{0,1\} & \forall i \in \mathbb{I}, j \in \mathbb{J} \end{cases} \tag{2}$$

onde x_{ij} e y_j são variáveis binárias que possuem a mesma interpretação do modelo de p-medianas. Por sua vez, m é um parâmetro qualquer tal que $m(\sum_{i\in\mathbb{I}}\sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij}d_{ij}) < r$ para qualquer que seja o vetor de alocação x escolhido. Para isso, basta adotar $m < \frac{\min_{i\in\mathbb{I},j\in\mathbb{J}} d_{ij}}{\max_{i\in\mathbb{I}}\sum_{i\in\mathbb{I}}\sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij}d_{ij}}$. O objetivo do uso de m é garantir que o modelo priorizará a minimização do raio de cobertura e, somente após isso, a alocação dos cidadãos dentro das unidades possíveis. Isto é, minimizaremos a distância máxima entre cidadãos e casas de convivência, e dentre as unidades que estão no raio de cobertura, escolhemos a que possui a menor distância para o cidadão.

Com o objetivo de analisar o impacto das configurações obtidas em cada um dos modelos, é interessante que sejam utilizados critérios de impacto, acessibilidade e equidade. Essa análise será feita a partir de três fatores: (i) a distância média entre cidadãos e casas de convivência e (ii) distância máxima entre cidadãos e casas de convivência e (iii) nível de dispersão das unidades no território municipal. Essa análise, assim como a visualização da situação atual de utilização das Casas de Convivência e Lazer, são apresentados na seção a seguir.

4. Soluções propostas e discussão

4.1. Visualização e análise descritiva

As figuras 1 e 2 mostram as localizações atuais das Casas de Convivência no município, juntamente com a distribuição de seus respectivos usuários.

Com o objetivo de oferecer uma experiência mais interativa e compreensível da estrutura apresentada, desenvolvemos um aplicativo Shiny disponível no seguinte link: https://bit.ly/4auoQiI. Por meio deste aplicativo, é possível filtrar a exibição selecionando uma Casa de Convivência específica, o que permite uma visualização mais clara das jornadas percorridas pelos usuários e seus bairros de origem, além da distribuição total. Além disso, uma aba adicional foi criada para exibir os resultados dos modelos na prática, permitindo a seleção do modelo desejado e o número de Casas de Convivência abertas, e fornecendo informações sobre o número de usuários alocados em cada caso.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br



Figura 1: Estrutura atual das Casas de Convivência do município

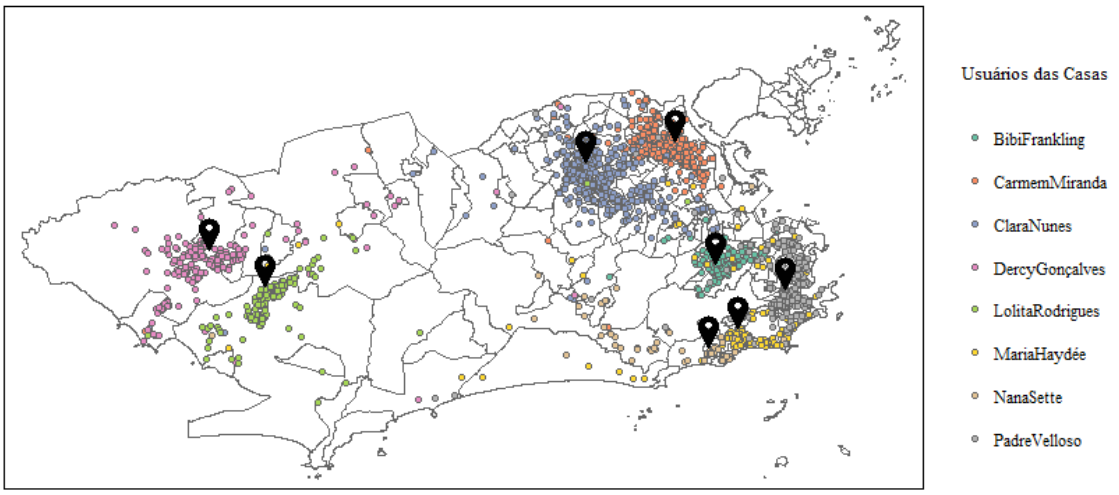


Figura 2: Distribuição dos Usuários das Casas de Covivência

4.2. Resultados dos modelos

Diante dos mapas acima, percebe-se que a distribuição geográfica das 8 casas de convivência abertas até então não se dá de forma equânime, revelando buracos no acesso de idosos às unidades em muitos bairros. Justifica-se, portanto, a abertura de novas unidades para que esse serviço possa ser oferecido em todo o município.

Notamos que não é possível construir uma unidade em cada bairro, já que a verba disponível para políticas de atendimento ao idoso é limitada. Tendo essa restrição em conta, realizamos uma análise das soluções para os dois modelos com valores de P entre 9 e 164. Para obter configurações ótimas que estejam de acordo com a realidade, acrescentamos também uma garantia nos modelos para que as unidades atuais mantenham-se abertas nas soluções propostas. Para isso, o valor da variável de decisão y para as unidades já existentes foi fixado previamente, com $y_j = 1$

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

para $j \in \mathbb{J}_{Existentes}$.

Os modelos foram implementados em Julia e resolvidos pelo solver CPLEX em poucos segundos por instância. A Figura 3 representa a progressão dos indicadores de distância média e distância máxima entre cidadãos e unidades alocadas para diferentes valores de p. Os resultados obtidos refletem as estratégias de priorização adotadas em cada modelo: enquanto as soluções obtidas pelo modelo de P-Medianas possuem uma melhor performance em relação ao primeiro indicador (distância média), a distância máxima é diminuída mais rapidamente no caso do P-Centro.

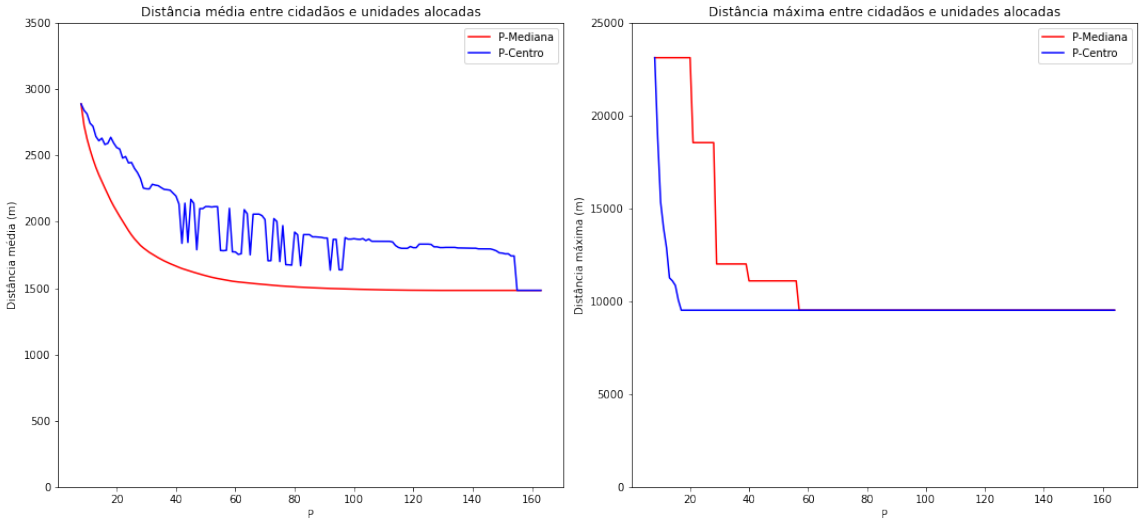


Figura 3: Distância média e distância máxima entre cidadãos e unidades alocadas

Uma análise dos dois gráficos revela uma especificidade de comportamento em relação à formulação de modelo P-Centro adotada neste trabalho. Com o crescimento do número de unidades abertas, a distância média entre cidadãos e unidades alocadas se modifica de forma não-monotônica e pouco suave, com saltos para valores específicos de p. Isso ocorre pois a função-objetivo do modelo se concentra primeiramente na minimização do raio de cobertura r. Dessa forma, em alguns casos, uma pequena melhora na distância máxima pode resultar em uma piora na distância média. A situação inversa não ocorre com a P-Mediana, que mesmo tendo como objetivo a minimização da distância média, acaba também convergindo de forma monotônica (decrescente) para o valor ótimo da distância máxima a longo prazo.

Apesar destes dois indicadores serem importantes para determinar a qualidade das soluções, outro aspecto crucial a ser considerado é a distribuição geográfica das novas unidades no município. Nas Figuras 4 e 5, as unidades sugeridas por cada modelo são representadas visualmente por meio de um mapa para o caso $P = 18$ (isto é, abrindo 10 novas unidades, além das 8 já existentes). Note que as duas soluções encontradas são bastante diferentes, refletindo as restrições e funções-objetivo adotadas.

No primeiro mapa (Figura 4), observa-se uma concentração das unidades nas regiões onde já existem cidadãos registrados em alguma casa de convivência. Esse resultado pode parecer inicialmente contraintuitivo. No entanto, vale lembrar que a demanda por serviços para idosos no município foi estimada neste trabalho a partir dos cidadãos que já frequentam as casas de convivência. Dessa forma, é esperado que haja uma concentração geográfica dos cidadãos nas áreas próximas às casas que já estão estabelecidas. Enquanto isso, simultamente, a presença de pessoas de bairros distantes a uma casa de convivência será mais rara, já que seu acesso seria prejudicado devido às

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

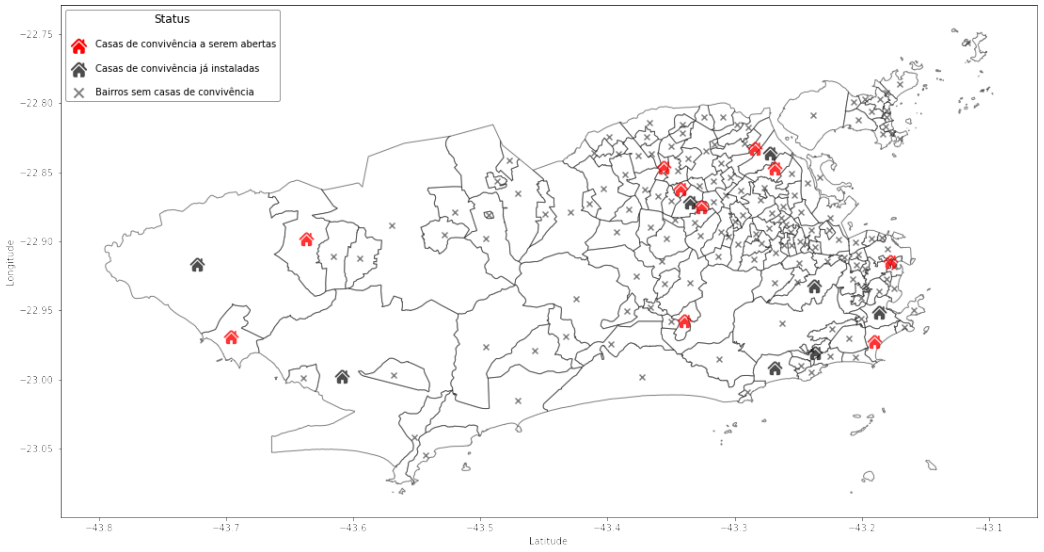


Figura 4: Unidades atuais e sugeridas pelo modelo P-Mediana (P = 18)

grandes distâncias e maior custo de transporte. Como o modelo busca minimizar a distância total (e por consequência a distância média) entre cidadãos e unidades alocadas, as soluções darão maior peso a esses locais de alta concentração, em detrimento de outras áreas com poucos frequentadores. Assim, os bolsões de baixa cobertura das casas de convivência (especialmente no centro do município) são preservados, resultando em uma solução que é pouco desejável em relação aos critérios de igualdade socioespacial.

No segundo mapa (Figura 5), o problema de concentração geográfica é mitigado pela aplicação do modelo P-Centro. Isso ocorre pois agora buscamos minimizar a distância máxima entre os cidadãos e as casas de convivência às quais foram alocados, dando peso igual a todos os bairros que possuem pelo menos um cidadão registrado em alguma Casa. Dessa forma, a solução acaba por trazer uma cobertura geográfica mais ampla do que no caso anterior, garantindo que todas as regiões da cidade recebam atenção adequada, ainda que possuam menor densidade populacional ou frequentadores registrados.

Complementando a análise anterior, a Tabela 5 apresenta alguns indicadores das soluções obtidas: (i) redução percentual na distância média entre cidadãos e suas unidades alocadas, (ii) redução percentual na distância máxima entre cidadãos e suas unidades alocadas, (iii) distância mínima entre as novas unidades construídas, e finalmente a proporção entre bairros atendidos em relação ao número total de bairros (iv) no raio de 2km, (v) no raio de 3km e (vi) no raio de 5km de ao menos uma unidade. Foram calculados esses indicadores nas configurações ótimas obtidas para valores de P iguais a 8, 13, 18 e 23, representando respectivamente a abertura de 0, 5, 10 e 15 unidades.

	DMed$_{Cidadãos}$	**DMax**$_{Cidadãos}$	**DMin**$_{NovasUnids}$	**Bairros**$_{2km}$	**Bairros**$_{3km}$	**Bairros**$_{5km}$
P = 8	-	-	-	6.71%	9.1%	21.95 %
P = 13	13.94%	0%	3.68km	10.98%	18.29%	38.41%
P = 18	24.74%	0%	2.86km	14.63%	22.56%	46.95%
P = 23	31.71%	19.77%	2.86km	18.29%	28.66%	56.10 %

Tabela 4: Soluções ótimas obtidas por P-Mediana

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

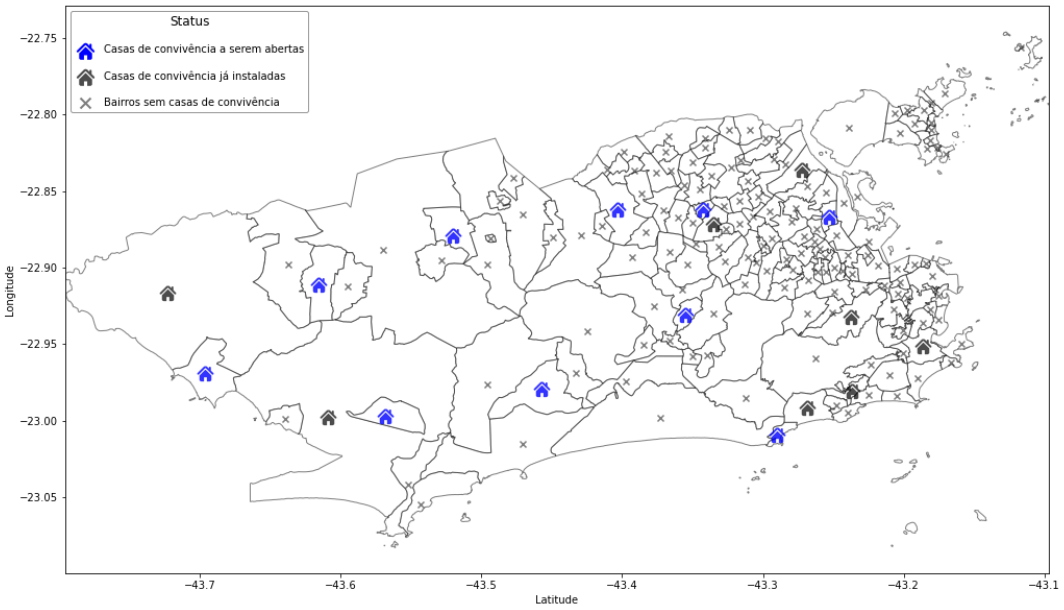


Figura 5: Unidades atuais e sugeridas pelo modelo P-Centro (P = 18)

	DMed$_{Cidadãos}$	**DMax**$_{Cidadãos}$	**DMin**$_{NovasUnids}$	**Bairros**$_{2km}$	**Bairros**$_{3km}$	**Bairros**$_{5km}$
P = 8	-	-	-	6.71%	9.1%	21.95 %
P = 13	8.01%	51.23%	6.35km	10.37%	14.02%	34.76%
P = 18	8.36%	58.73%	4.31km	13.41%	18.29%	40.85%
P = 23	13.24%	58.73%	4.31km	17.68%	25.00%	53.66%

Tabela 5: Soluções ótimas obtidas por P-Centro

Note que os valores observados confirmam nossa observação da maior dispersão das soluções obtidas via P-Mediana em comparação às configurações provenientes do modelo P-Centro. Isso pode ser observado por meio da coluna DMin$_{NovasUnids}$, que descreve o nível de afastamento entre as novas unidades. Para todos os valores de P considerados, temos que a distância entre novas unidades é maior no caso da segunda tabela, sugerindo a maior desconcentração das unidades no segundo caso.

Quando analisamos a quantidade de bairros afetados em cada solução, no entanto, observamos uma pequena vantagem em relação ao primeiro modelo. Isso pode ser explicado pelo fato que os bairros do município do Rio de Janeiro são definidos de forma diferenciada ao longo de seu espaço. Nos bairros da Zona Norte e Sul (à direita do mapa), observamos uma maior quantidade de bairros menores com populações individuais mais reduzidas, enquanto bairros da Zona Oeste (ao centro e à esquerda do mapa) possuem maior área e população. Como as populações que atualmente frequentam as Casas já estão concentradas nessas regiões de alta densidade de bairros, as soluções obtidas pelo modelo P-Mediana acaba por ter uma performance ligeiramente maior nesse quesito.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

5. Considerações finais

Neste trabalho, apresentamos os resultados do processo de visualização das populações frequentadoras de Casas de Convivência, que revelou desigualdades socioespaciais na distribuição atual dessas unidades. Nesse contexto, foram utilizados modelos de localização para sugerir a abertura de novas unidades, tendo como base a diminuição dessas diferenças e o aumento do impacto social das unidades.

No caso do primeiro modelo, p-mediana, mostramos que as soluções obtidas favorecem as áreas que já estão atualmente atendidas e maximizam o número de bairros atendidos a baixas distâncias, mas perdem performance em relação ao raio de cobertura das unidades. Enquanto isso, o modelo p-centro assegura uma distribuição mais equitativa das casas de convivência em relação à distribuição espacial, evitando a formação de bolsões de baixa cobertura e garantindo que regiões com poucos frequentadores atuais sejam contempladas. Essa distinção ocorreu em particular devido ao método de estimação de demanda escolhido, no qual as pessoas que já frequentam casas de convivência foram listadas. Nesse contexto, portanto, o modelo p-centro promove uma cobertura mais homogênea e eficiente do espaço.

Dessa forma, a análise dos resultados obtidos nos dois modelos leva a concluir que ambos possuem vantagens distintas. No contexto urbano que apresentamos, onde a demanda por serviços sociais varia significativamente, sugerimos que a utilização do p-centro possa estar mais comprometida com princípios de igualdade socioespacial. É importante, no entanto, notar que os processos decisórios que envolvem a abertura de novas unidades são complexos, e uma variedade de fatores socioeconômicos, políticos, financeiros e geoespaciais devem ser considerados.

Para futuros trabalhos, pretende-se expandir as estratégias de estimação de demanda e modelagem, utilizando aspectos como a população idosa de cada bairro, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), além de modelos que incluam a capacidade de cada Casa de Convivência. Essas abordagens permitirão uma compreensão mais profunda das necessidades da população e uma alocação mais precisa e eficiente dos recursos, aprimorando ainda mais a eficácia das políticas sociais implementadas.

Por fim, afirmamos que este trabalho exemplifica o potencial impacto que a utilização de dados pode ter na construção de políticas sociais. Ao basear decisões em dados concretos, juntamente com o expertise dos atores políticos envolvidos na área, buscamos aumentar a transparência e impacto social de ações governamentais que afetam uma grande parcela da população, possivelmente otimizando seus resultados práticos. Com essa meta em mente, esperamos que técnicas de Análise de Dados e Pesquisa Operacional sejam cada vez mais discutidas e pesquisadas no campo das políticas públicas, oferecendo um caminho promissor para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Referências

Arvelo, E., de Armas, J., e Guillen, M. (2020). Assessing the distribution of elderly requiring care: A case study on the residents in barcelona and the impact of covid-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20):7486.

Bittencourt, R. D., Pessoa, L. S., Ramalhinho, H., e de Armas, J. (2022). Localização de centros de serviços para idosos: uma aplicação do problema de cobertura máxima. In *Anais do LIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)*, Juiz de Fora, MG, Brasil. SOBRAPO.

Buil, R., Garcia, S., de Armas, J., e Riera, D. (2021). Improving the location of roadside assistance resources through incident forecasting. In *International Conference on Computational Logistics*, p. 518–531. Springer.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br

De Armas, J., Ramalhinho, H., e Reynal-Querol, M. (2022). Improving the accessibility to public schools in urban areas of developing countries through a location model and an analytical framework. *Plos One*, 17(1):e0262520.

De Armas, J., Rodríguez-Pereira, J., Vieira, B., e Ramalhinho, H. (2021). Optimizing assistive technology operations for aging populations. *Sustainability*, 13(12):6925.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023). *Censo Demográfico 2022: População por idade e sexo - Resultados do universo - Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação*. IBGE, Rio de Janeiro.

Miranda, G. M. D., Mendes, A. d. C. G., e Silva, A. L. A. d. (2016a). Population aging in brazil: current and future social challenges and consequences. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 19:507–519.

Miranda, L. C. V., Soares, S. M., e Silva, P. A. B. (2016b). Qualidade de vida e fatores associados em idosos de um centro de referência à pessoa idosa. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21:3533–3544.

Rodriguez-Pereira, J., de Armas, J., Garbujo, L., e Ramalhinho, H. (2020). Health care needs and services for elder and disabled population: Findings from a barcelona study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21):8071.

SEMESQV. Programa Casa de Convivência e Lazer para o Idoso. Carioca Digital. Disponível em: `https://carioca.rio/servicos/programa-casa-de-convivencia-e-lazer-para-o-idoso/`. Acesso em 15 de Maio de 2024.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193654
https://proceedings.science/p/193654?lang=pt-br