

# Otimização Espacial Aplicada ao Censo Demográfico Para Uso do Transporte Ativo: Estudo de Caso da Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil

Paulo Kazuo Aoyagui<sup>1</sup>, Victor Hugo Souza de Abreu<sup>1</sup>, Andrea Souza dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE)  
- Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Rio de Janeiro – RJ - Brasil

{paulo.aoyagui, victor, andrea.santos}@pet.coppe.ufrj.br

**Abstract.** *This paper presents a spatial optimization proposal for the allocation of data collection stations for the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) for the Brazilian Demographic Census of 2022. Geographic Information Systems such as QGIS and TransCAD were used to map the areas of interest and the proposed allocation of data collection posts, and this methodology is applicable to other urban centers. The results suggest that it is possible to allocate the posts so as to minimize the number of collection sites and maximize the service to census sectors, contributing to planning and resource use in an efficient, economical and sustainable way.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta uma proposta de otimização espacial para a alocação de postos de coleta de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o Censo Demográfico Brasileiro de 2022. Foram utilizados os Sistemas de Informações Geográficas como o QGIS e o TransCAD para o mapeamento das áreas de interesse e a proposta de alocação dos postos de coleta de dados, sendo essa metodologia aplicável para outros centros urbanos. Os resultados sugerem que é possível alocar os postos de forma a minimizar o número de locais de coleta e maximizar o atendimento aos setores censitários, contribuindo para um planejamento e utilização de recursos de forma eficiente, econômica e sustentável.*

## 1. Introdução

O Censo Demográfico Brasileiro é um importante processo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aplicado em um intervalo de dez anos e tendo seus dados gerados sendo disponibilizados para a evidenciação de informações sobre as características da população brasileira. Entre os objetivos deste processo, realizado desde 1872, está a disponibilização de informações abertas que podem ser utilizadas pelos órgãos públicos e privados, auxiliando-os nos processos de planejamento e tomada de decisões [Tavares e Monteiro 2019, Cuore 2016].

A complexidade do processo de recenseamento torna necessária a existência de uma estrutura de planejamento robusta para o sucesso da operação. Os desafios se iniciam na revisão dos questionários e na elaboração de um roteiro de questões

atualizado, isto é, que esteja em consonância com as necessidades contemporâneas, além do desafio logístico para a operacionalização do Censo Demográfico [I.B.G.E. 2022].

Para visitar os mais de 5.565 municípios brasileiros, o IBGE conta com funcionários temporários, denominados recenseadores, que são responsáveis por coletarem as informações em cada domicílio e percorrerem os setores censitários brasileiros aplicando os procedimentos de coleta de dados por questionários padronizados [I.B.G.E. 2022]. No último Censo brasileiro realizado em 2010, o total de recenseadores envolvidos passou de 190 mil, para atender os mais de 314 mil setores censitários brasileiros [Sacho 2018, Libório 2014, I.B.G.E. 2010].

Os setores censitários são as unidades de controle territorial estabelecidas para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador [I.B.G.E. 2010]. Diante deste grande desafio, o IBGE define um método padrão e um plano de localização de bases de apoio logístico que são os postos de coleta.

Os postos de coleta são unidades de trabalho transitórios estabelecidos em cada município, distrito, bairro ou localidade. Nesses postos, o recenseador recebe o mapa e a descrição do seu setor censitário a ser trabalhado, obtém suporte e ajuda da supervisão e semanalmente transmitem os dados coletados para os centros de dados [Duarte 2017].

Esta pesquisa apresenta uma proposta de alocação desses postos de coleta do IBGE na região da Ilha do Governador e da ilha do Fundão, localizadas no Rio de Janeiro, priorizando o uso do transporte ativo e o conceito da Distância Máxima Possível (DMP) no deslocamento por caminhada e pedalada. Foram utilizadas ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como o software Quantum GIS (QGIS) e o software TransCAD para a análise das distâncias entre os postos de coleta. O objetivo desta proposta é avaliar a distribuição espacial dos postos de coleta para um planejamento logístico mais sustentável, com a identificação de quais postos de coleta não necessitam de veículos motorizados para apoiar as atividades logísticas, promovendo assim a utilização de transportes ativos, como caminhada e bicicleta, alinhados com as necessidades atuais do planejamento da mobilidade urbana sustentável.

Além dessa seção introdutória, na Seção 2 é apresentada uma Revisão da literatura sobre: Planejamento logístico do censo demográfico brasileiro, problemas de localização e análise do caminho mínimo, e o uso do transporte ativo como estratégia de mobilidade urbana sustentável. Já na Seção 3 são apresentados os materiais e métodos e, na Seção 4, os resultados e discussões. Por fim, as considerações finais do estudo podem ser encontradas na Seção 5.

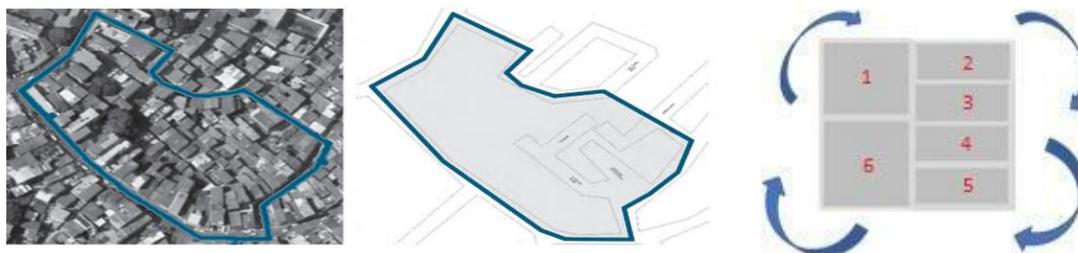
## **2. Revisão de Literatura**

Esta seção tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre o planejamento logístico, necessário para realização do censo, bem como destacar o problema de localização de postos de coleta, bem como o método dos caminhos mínimos para solucioná-lo. Além disso, uma atenção especial é dada a importância da valorização do transporte sustentável para minimização dos impactos do setor.

## 2.1. Planejamento Logístico

O planejamento logístico das operações do Censo Demográfico é iniciado três anos antes do começo da coleta de dados. Este processo de planejamento consiste em muitas reuniões e seminários internos visando definir o conteúdo do questionário, as ações de integração com os organismos internacionais, as estimativas de custos e apresentação de proposta orçamentária ao Governo Federal e a elaboração do Cronograma Geral de Atividades, com vistas a assegurar o adequado encadeamento das diversas etapas da operação. Vale ressaltar as experiências acumuladas do Instituto e a busca por incorporar os avanços tecnológicos que possam melhorar a qualidade na coleta de informações e a otimização dos processos de trabalho [I.B.G.E. 2013].

No ano de 2022, o censo foi realizado com pesquisas presenciais em campo conduzidas por 183.021 recenseadores distribuídos em todo o Brasil. Cada setor censitário, conforme apresentado na Figura 1, possui um recenseador associado e cada recenseador possui um Agente Censitário Supervisor (ACS) responsável.



**Figura 1 - Exemplo de divisão e método padrão para percorrer as quadras do setor censitário.**

Os ACS, que ficam alocados nos postos de coleta, são os funcionários responsáveis pela fiscalização do trabalho executado pelos recenseadores, totalizando 18.420 ACS para dar suporte e coletar os dados pesquisados pelos recenseadores. Já as atividades dos recenseadores consistem em percorrer uma área específica de um município, para fazer o levantamento de todos os endereços (domicílios, estabelecimentos e edificações em construção) e realizar entrevistas com os moradores dessa área denominada como setor censitário. Estes setores são percorridos por algumas normas do IBGE: o perímetro do descritivo é percorrido sempre no sentido horário, e as quadras e faces são numeradas na ordem em que o recenseador as percorre, de acordo com método padrão, sempre com o lado direito do corpo ao lado dos domicílios, para percorrer as quadras do setor censitário, conforme apresentado na Figura 1 [I.B.G.E. 2022].

## 2.2. Problemas de Localização

Os problemas de localização demandam uma análise espacial e podem ser classificados como problemas: de cobertura e de localização de medianas. Em ambos, decisões são tomadas sobre onde localizar centros que podem representar, por exemplo, fábricas, depósitos, escolas e antenas considerando os outros pontos (como clientes) que devem ser servidos, de forma a otimizar um dado critério. Dentre estes problemas podemos citar o Problema de Localização de Máxima Cobertura que tem como objetivo localizar facilidades de modo que a máxima população possível seja coberta (atendida) dentro da distância de serviço. Uma área ou ponto de demanda é considerada coberta se está dentro da distância de serviço de pelo menos um centro [Ferrari 2018]. Os

Problemas de localização de centros buscam determinar locais ótimos para a instalação de infraestrutura pública e privada tais como, fábricas e escolas. Para se determinar os locais ótimos, deve-se minimizar custos de serviço e custos máximos de serviço [Ayala Filho e Lopes 2018].

Problemas de localização de Máxima cobertura consistem em determinar as melhores localizações para abrigar instalações, respeitando uma a cobertura máxima para que clientes sejam acolhidos pelas facilidades [Silva 2021, Camara et al. 2016]. O termo facilidades é utilizado para designar instalações fixas tais como fábricas, depósitos, escolas, enquanto “clientes” refere-se a depósitos, unidades de vendas, estudantes etc. Em geral, as facilidades podem ser selecionadas como novos centros a serem abertos ou escolhidos no conjunto de vértices existentes que serão avaliados quão favorável é o seu posicionamento, utilizando objetivos e critérios direcionadores. Por isso, estes problemas também são geralmente conhecidos como problemas de localização-alocação, devido ao processo de alocação dos clientes aos centros abertos [Camara 2021].

Devido às restrições de investimento e de capital disponível é possível que o critério de avaliação da instalação da facilidade ocorra em função do montante investido em construções, custos operacionais e de manutenção ou de um número específico de facilidades a serem operadas. Uma questão importante que deve aparecer nesses modelos é o horizonte de planejamento e a consideração do ciclo de vida da instalação a ser utilizada.

Dentre as vantagens da utilização do TransCAD está a capacidade deste *software* para atividades de otimização. Através de métodos internos do programa é possível estabelecer o critério de decisão para produção de uma solução alocação e geração das linhas de desejo, facilitando a análise espacial mediante a utilização de valores reais de distância e tempo de percurso em toda a rede viária; a possibilidade de análise de mudança dos valores das variáveis, tais como frota e período de operação e; também, a possibilidade de análise de mudança de restrições, tais como capacidade e regras de tráfego. Diante disso, o *software* é considerado também, um Sistema de Informação Geográfica para planejamento de Transportes (SIG-T) [Nascimento 2021].

### 2.3. Análises de Caminho Mínimo

Muitas ferramentas de SIG utilizam algoritmos de caminho mínimo que devem ser flexíveis para lidar com as circunstâncias do mundo real. Um SIG aplicado a Transportes deve ter a capacidade de armazenar uma variedade de dados para uma rede de tráfego como, número de faixas, capacidade e sentido da via. Deve também conseguir encontrar o menor caminho em termos de tempo de viagem e qualquer outro custo que possa ser considerado relevante ao estudo. Um exemplo dessa ferramenta é o QGIS<sup>1</sup> que, por meio de um módulo complementar em C++ com um algoritmo de definição do caminho mais curto baseado no algoritmo de Dijkstra (1959), calcula o caminho mínimo entre dois pontos em uma camada de linhas e o exporta à rede. Para que o complemento gere uma rota, é necessário informar um ponto de origem e de destino, que podem ser inseridos por seleção no mapa ou por suas coordenadas. Além disso, é necessário informar atributos para cada segmento do sistema viário que indique

---

<sup>1</sup> [https://qgis.org/pt\\_BR/site/about/index.html](https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html)

quais os sentidos de tráfego permitidos e quais são suas velocidades de operação [Ayala Filho & Lopes 2018].

## 2.4. Transporte Sustentável

Segundo a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), dos 533 municípios brasileiros com população acima de 60 mil habitantes, a maior parte das viagens realizadas em 2018 foram a pé e por bicicleta (42%), seguidos dos meios de transporte individual motorizado (30%) e de transporte público (28%) [A.N.T.P. 2020]. O transporte ativo se apresenta como alternativa viável no combate ao sedentarismo e na inclusão de atividades físicas na vida das pessoas, gerando economias significativas nos gastos com saúde pública [Dias 2020].

O ITDP Brasil (2016) atribuiu a caminhada como o meio de transporte mais fundamental, sustentável e democrático das pessoas na cidade. Além disso, a liberdade de movimento é um traço marcante do deslocamento dos pedestres. Seu deslocamento envolve ainda esforço físico e contato direto com o entorno. Sua baixa velocidade, normalmente entre 0,7m/s (pessoas com mobilidade reduzida) e 1,2m/s (pessoas saudáveis) possibilita mudar de direção. Clarry et al. (2019) fizeram uma revisão da literatura e constataram que as velocidades médias para ciclistas tendem a ficar entre 12 km/h e 20 km/h. nesse mesmo estudo foram coletados dados de GPS do deslocamento dos ciclistas e a velocidade média observada é de cerca de 5,47 m/s. Estudos anteriores mostram uma variação de cerca de 4,5 a 6 m/s [Allen et al. 1998, El-Geneidy et al. 2007, Parkin & Rotheram 2010, CLARRY et al. 2019].

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a realização de, pelo menos, 150 minutos (2,5 horas) semanais de exercícios físicos de intensidade moderada para um adulto entre 18 e 64 anos, considerados fisicamente ativos. Dados recentes mostram que 100 minutos de ciclismo urbano ou 170 minutos de caminhada também atendem a tal recomendação [WHO 2017, Dias 2020].

Nesse contexto, Martins e Rodrigues da Silva (2018, 2019) apresentaram uma estratégia para avaliar a resiliência da mobilidade urbana, atribuindo o conceito de DMP para o transporte ativo como caminhada e ciclismo [Matiolli et al. 2018, Azolin & da Silva 2020]. Na revisão de literatura, a DMP varia conforme o escopo da pesquisa. Para esse estudo foram atribuídos os dados, conforme citados anteriormente, como 170 minutos de caminhadas semanais a uma velocidade média de 1,2 m/s se a pé e de 5,47 m/s se por bicicleta, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 - Distância Máxima Possível.**

Modo Transporte Ativo	Tempo em Minutos Semanais	Tempo em Segundos Diários	Velocidade média (m/s)	DMP (m)
Caminhada	170	2040	1,20	2448
Ciclismo	100	1200	5,47	6564

### 3. Materiais e Métodos

Nesta seção são apresentados os materiais e métodos necessários ao desenvolvimento do estudo. Destaca-se que o uso de dados espaciais foi necessário em todas as etapas, todos manipulados primordialmente com auxílio do Quantum GIS (QGIS versão 3.16.14 “Hannover”) e, na etapa de alocação, com o auxílio do TransCAD 4.5.

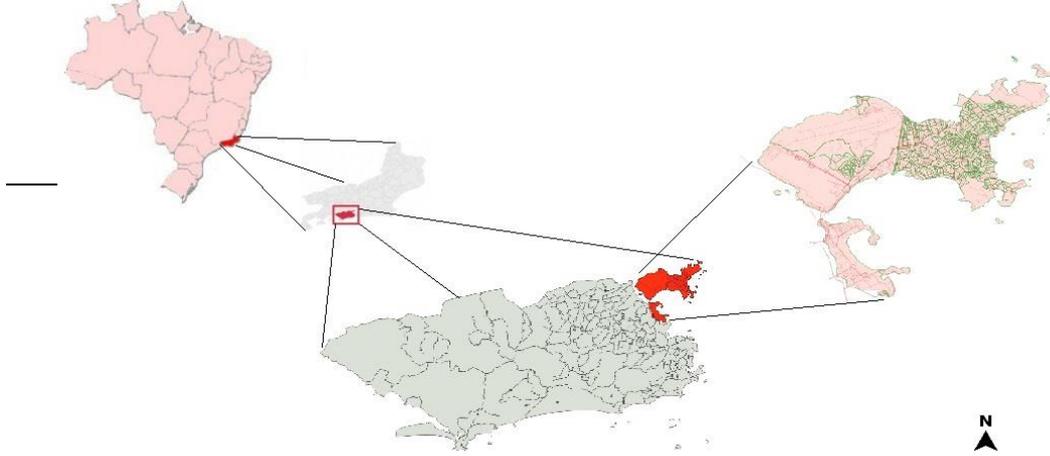


**Figura 2 - Análises.**

Os procedimentos de análise do estudo contemplaram uma grande quantidade de levantamento de informações de fontes variadas, tais como a plataforma *Open Street Maps*, para a confecção dos mapas georreferenciados. Estas etapas são descritas na Figura 2.

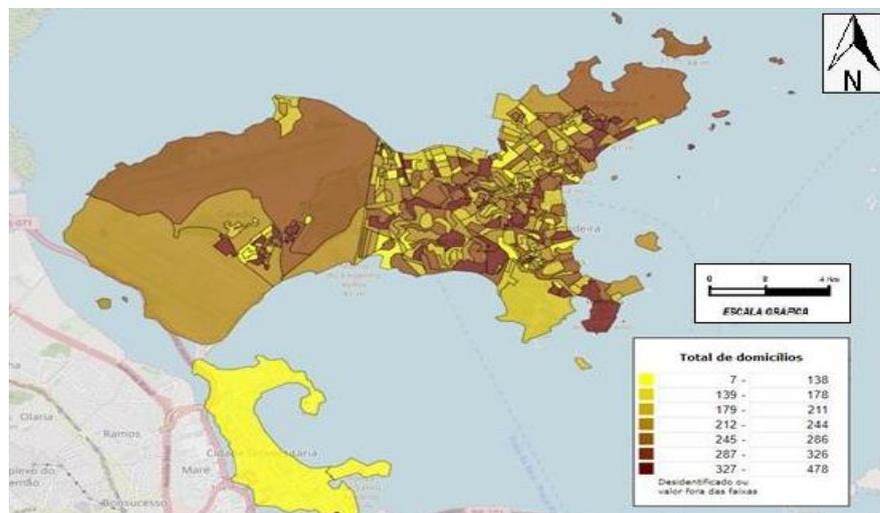
#### 3.1. Área de Estudo

A área de estudo se concentra na região da Ilha do Governador e Ilha do Fundão (conforme apresentado na Figura 3), que está situada a Universidade Federal do Rio de Janeiro. Segundo dados do último censo de 2010, este recorte geográfico do Estado do Rio de Janeiro possui 212.574 habitantes e 75.786 domicílios [I.B.G.E. 2010]. A região foi dividida em quinze bairros: Bancários, Cacua, Cidade Universitária, Cocotá, Freguesia (Ilha do Governador), Galeão, Jardim Carioca, Jardim Guanabara, Moneró, Pitangueiras, Portuguesa, Praia da Bandeira, Ribeira, Tauá e Zumbi; em uma área total de aproximadamente 42 km<sup>2</sup>.



**Figura 3 - Mapa de Localização da Ilha do Governador e da Ilha do Fundão.**

Logo após o censo de 2010, existiam aproximadamente 330 setores, alguns superdimensionados, ou seja, populosos, tornando necessária uma divisão para operação do próximo censo iniciado em 2022. Na Figura 4, é possível verificar que para o censo de 2022, a nova região foi então dividida em 372 setores censitários.



**Figura 4 - Setores Censitários em 2022: Ilha do Governador e Ilha do Fundão.**

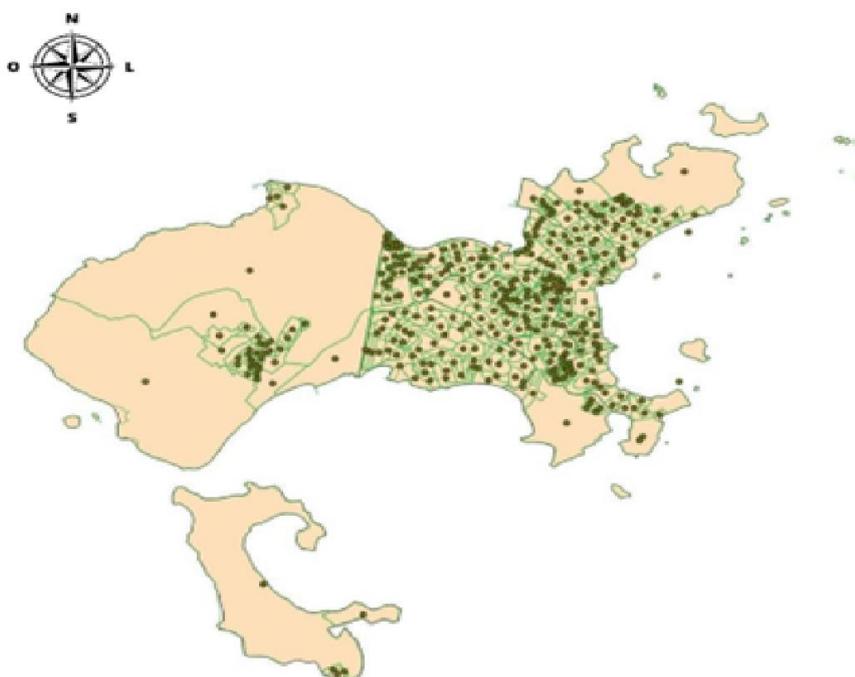
### 3.2. Coleta de dados

O IBGE disponibiliza em sua plataforma de dados digitais camadas vetoriais georreferenciadas dos setores censitários atualizadas, os quais são sistematicamente codificados, possibilitando associá-los a informações também disponibilizadas pelo Instituto em forma de tabela. Foram adquiridos arquivos *shapefile* (\*.shp) no site do IBGE na região do subdistrito 25, correspondente à região da Ilha do Governador e Ilha do Fundão na cidade do Rio de Janeiro (IBGE, 2022). Nessa área de influência da região, no planejamento do Censo 2022, outros arquivos nesse formato foram adquiridos como pontos de estabelecimentos públicos para possível alocação dos postos de coleta do IBGE. Outro procedimento foi georreferenciar os dados com uso do Software QGIS, onde foi especificado para o programa o Sistema de Coordenadas Sirgas 2000.

Após modificar a configuração do arquivo, exportou-se a camada dos Setores Censitários e foi selecionado o formato da imagem a ser exportada para arquivos *shapefile* e de mapa digital com extensão (\*.map) de cada arquivo gerado para finalidades a serem usadas, respectivamente, no Quantum Gis e no TransCAD.

A malha viária da área escolhida foi coletada no site [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org) que disponibiliza os dados gratuitamente e é alimentado por outros pesquisadores. Os dados foram validados através de coleta e análise de correspondência cartográfica a fim de que o mesmo pudesse ser utilizado nesta pesquisa. Foram feitas buscas por softwares de domínio público encontrando-se apenas o *Java Open Street Map* com licença livre. Também foi utilizado o QGis para vetorização da malha.

Em seguida foram gerados os centróides de cada setor censitário com a utilização do Software QGis. Os centróides são pontos que representam uma área demarcada, esse ponto fica no centro da área com informações do local, conforme demonstrado na Figura 5.



**Figura 5 - Os 372 Centroides dos setores censitários para o Censo 2022.**

Após modificar a configuração do arquivo, exportou-se a camada dos Setores Censitários e foi selecionado o formato da imagem a ser exportada (\*.map) e (\*.shp) de cada arquivo gerado para finalidades a serem usadas, respectivamente, no TransCAD e no QGis.

### **3.3. Montagem da Rede**

Após a definição da área a ser demandada pelo Censo para esse estudo, seguindo as referências já citadas, foi feita a modelagem da rede utilizando os dados processados pelo *software* QGis para caracterização da malha viária, bem como os limites dos bairros e dos setores influenciados por estes. Com as informações obtidas da hierarquia viária, quantidade de ciclofaixas e características de cada via da área de estudo, foi possível preparar e iniciar o processo de modelagem no *software* TransCAD.

### 3.4. Vetorização da Malha Viária

Para a coleta de informações sobre hierarquização, limites de velocidade e comprimentos das vias, foram utilizados dados da plataforma do *Open Street Maps*, que possibilitou a exportação de dados vetoriais em *raster* através do QGIS. A Figura 6 refere-se a plataforma do *Open Street Maps* com as informações das vias disponíveis e editáveis.

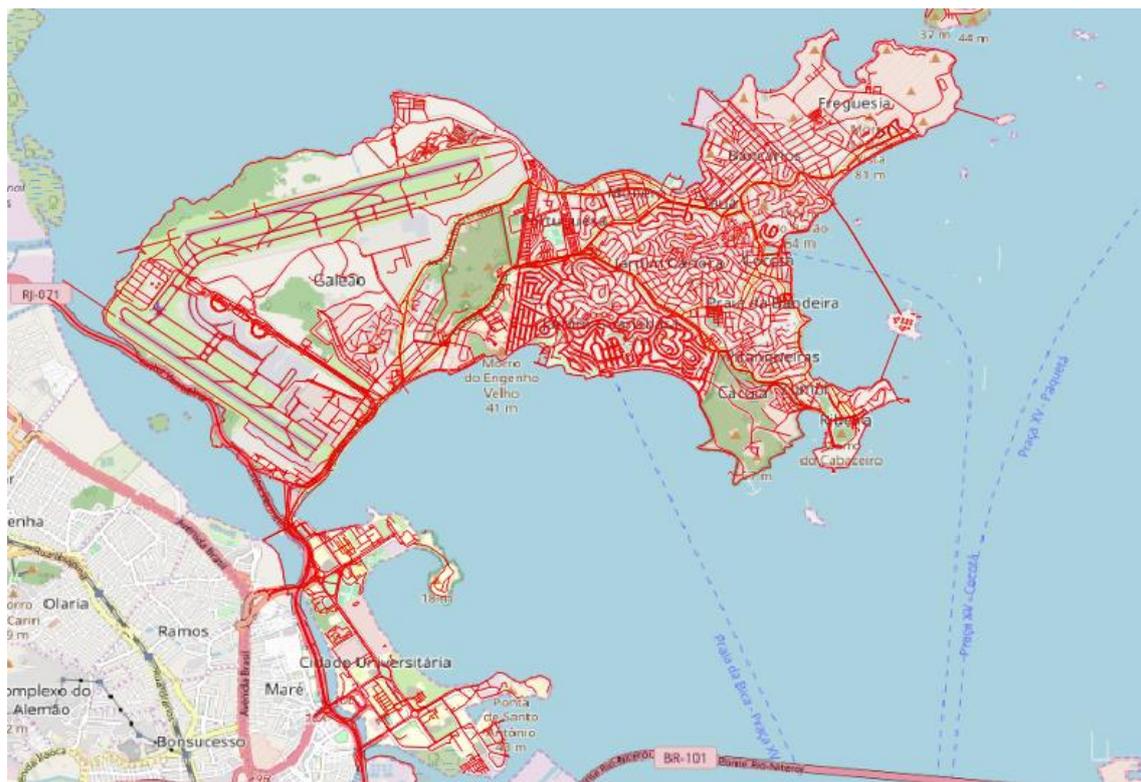


Figura 6 - Mapa viário do distrito da Ilha do Governador.

Na modelagem das vias, levam-se em conta todas as características geométricas e operacional, tanto na montagem da rede, quanto na imagem de fundo ou de outras camadas, o que facilita a percepção dos fatores que interferem no funcionamento da rede, aumentando a precisão do trabalho. Para determinar os caminhos mínimos, foram exportados os dados da plataforma do *Open Street Maps* para tratamento no QGIS que permitiu a edição da malha viária da região vetorizada. Por fim, foi utilizado o TransCAD como ferramenta de edição de centroides para possível processamento dos caminhos mínimos entre os postos de coleta.

Os postos de coleta de dados estão organizados de forma que se contenha um para cada bairro, limitando os postos de coleta a distâncias mínimas entre eles e os seus setores. Para distâncias maiores, a empresa necessita de veículos motorizados para a supervisão de setores mais distantes. A Seção 4, a seguir, apresenta os resultados do estudo e discussões a partir da aplicação metodológica apresentada nesta seção.

## 4. Resultados

Dos 15 postos de coleta de dados considerados, apenas 1 (destacado em vermelho na Tabela 2) obteve a DMP maior que 6.564 metros, sendo o posto da Cidade Universitária, que possui uma distância de 8.626 metros do posto de coleta mais próximo, o que necessitará de transporte motorizado. Os postos de Coleta do Galeão e Freguesia (destacados em amarelo na Tabela 2) atendem a DMP por bicicleta, não sendo recomendado o deslocamento por caminhada. No entanto, a maioria dos postos de coleta (destacados em verde na Tabela 2) atendem ao conceito da DMP para uso do transporte ativo e, portanto, não necessitam de veículos motorizados para auxiliar nas atividades de suporte logístico entre os postos.

**Tabela 2 - Distâncias Entre os postos de coletas, com destaque para as distâncias mínimas.**

Distância Entre Postos de coleta por bairro	C. Universitária	Galeão	Portuguesa	Jardim Guanabara	Jardim Carioca	Cacuaia	Praia da Bandeira	Pitangueiras	Zumbi	Taua	Cocota	Bancários	Moneró	Ribeira	Freguesia
Cidade Universitária	0	8.626	8.795	9.521	9.962	11.963	11.596	11.746	12.385	10.817	11.696	11.583	9.860	13.349	14.139
Galeão		0	5.800	6.553	6.995	8.995	8.628	8.778	9.418	7.441	8.462	8.207	6.194	10.381	10.763
Portuguesa			0	2.560	2.165	4.265	3.808	3.958	4.598	2.758	3.778	3.524	1.724	5.561	6.080
Jardim Guanabara				0	1.697	3.019	2.712	2.830	3.470	3.174	2.962	3.963	2.761	4.433	6.564
Jardim Carioca					0	2.893	2.175	2.579	3.218	1.604	1.960	2.393	1.721	4.181	5.008
Cacuaia						0	2.449	1.968	2.048	3.803	2.912	4.397	4.427	2.490	6.909
Praia da Bandeira							0	1.215	1.649	2.095	965	2.477	3.150	2.472	4.773
Pitangueiras								0	1.181	3.030	2.009	3.522	4.085	2.005	5.695
Zumbi									0	3.622	2.335	3.958	4.685	1.044	6.021
Taua										0	1.363	992	1.405	4.445	3.605
Cocota											0	1.699	2.426	3.158	4.018
Bancários												0	2.171	4.781	2.617
Moneró													0	5.508	4.728
Ribeira														0,00	6.845
Freguesia															0

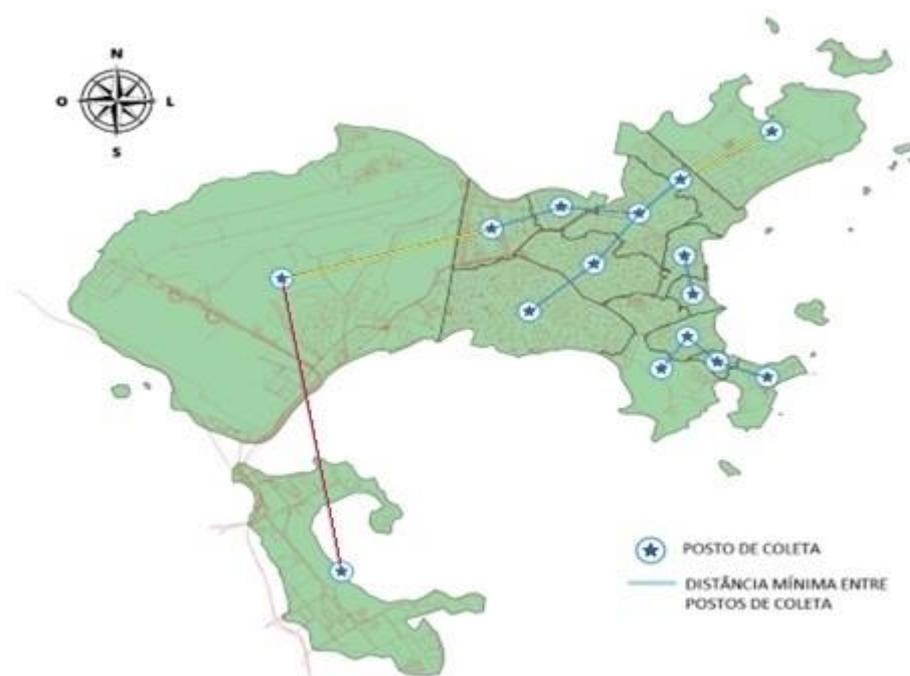
Legenda das distâncias mínimas em destaque:

Distância em verde: Deslocamento por Caminhada

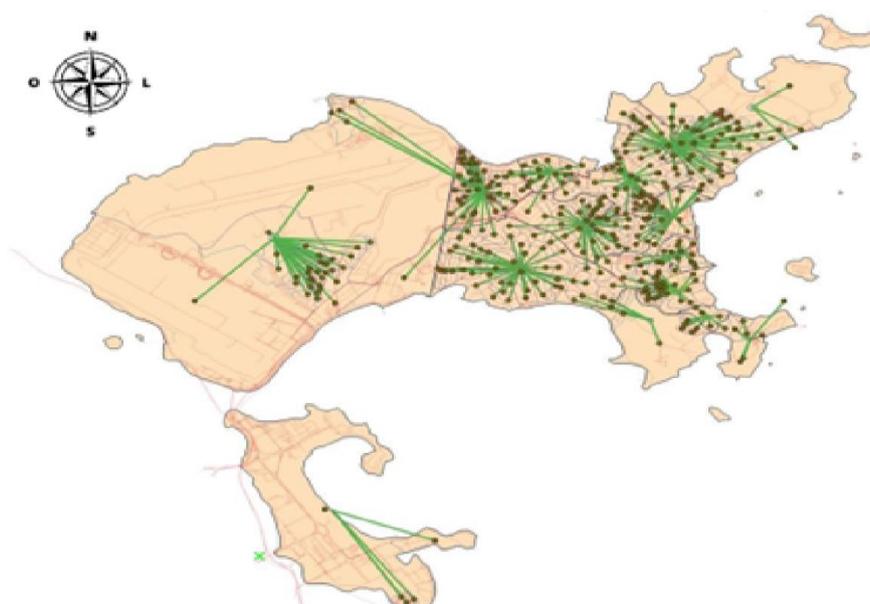
Distancia em amarelo: Deslocamento por Bicicleta

Distância em Vermelho: Deslocamento Motorizado

Os dados das rotas mínimas apresentados em destaque na Tabela 2 (vermelho, amarelo e verde) são possíveis de serem visualizados na Figura 7. Nela, pode-se identificar que longas distâncias como o trajeto da Cidade Universitária ao Galeão precisam ser realizadas necessariamente por transporte motorizado, enquanto as médias podem ser realizadas por bicicleta e as curtas por caminhada.



**Figura 7 - Ligações entre os postos de coleta de dados cujas linhas de desejo de viagem atendem à distância máxima possível.**



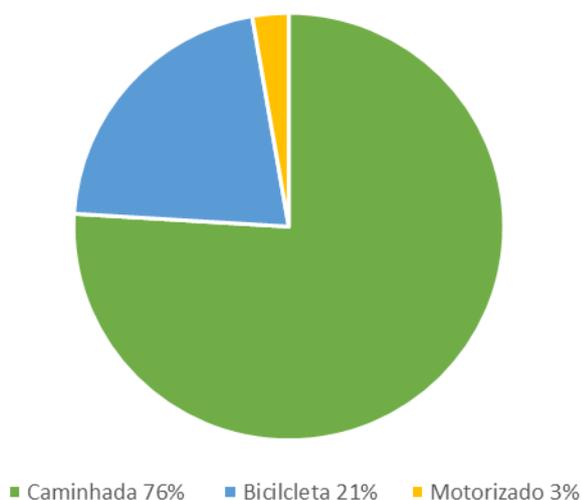
**Figura 8 - Ligações entre os setores e postos de coleta de dados.**

Cabe destacar que embora esses resultados possam parecer intuitivos, para que de fato o transporte ativo seja realizado, faz-se necessário investimentos progressivos em infraestrutura ciclovária, bem como o fornecimento de bicicletas compartilhadas. Nesse sentido, especificamente na Ilha do Fundão, o Projeto Integra UFRJ tem se empenhado em fornecer bicicletas no sistema *dockless* (sem estação física) para comunidade acadêmica; entretanto, projetos como esse precisam ser estendidos para

toda Ilha do Governador.

Além disso, também foram identificadas as distâncias mínimas entre os postos de coleta e seus setores censitários mais próximos, conforme apresentado na Figura 8. Isso mostra que muitas das viagens atualmente realizadas por veículos privados podem ser substituídas por bicicletas e caminhadas, que tem um impacto positivo, por exemplo, na redução das emissões de Gases de Efeito Estufa e poluentes atmosféricos, bem como na saúde de seus usuários.

Considerando o percurso de ida e volta dos recenseadores do setor vinculado ao posto de coleta, 76% dos deslocamentos poderão ser realizados por caminhada, 21% por bicicleta e 3% por transporte motorizado, conforme apresentado na Figura 9. O estudo mostrou que de 372 Setores censitários, apenas 10 ultrapassam a DMP, o que representa os 3% que necessariamente precisam ser realizados por transporte motorizado.



**Figura 9 - Porcentagem de setores Censitários atendidos por modo de transportes.**

## 5. Considerações Finais

Este estudo se baseou na análise de um problema de transporte inerente às atividades do Censo Demográfico Brasileiro, com o objetivo de auxiliar no planejamento territorial dos transportes das equipes envolvidas, desde os setores censitários até o local dos postos de coleta e o retorno aos mesmos, e o deslocamento ao posto de coleta mais próximo para suporte operacional, privilegiando assim o transporte ativo e analisando o caso da região da Ilha do Governador por um censo sustentável.

É relevante destacar a aplicabilidade do procedimento metodológico da pesquisa, isto é, sua reprodutibilidade aos demais centros urbanos e as demais pesquisas e eventos nacionais de mobilização da população, como, por exemplo, a alocação de postos de vacinação, zonas eleitorais, locais do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), entre outros, promovendo assim o transporte sustentável. Frente a necessidade de novos estudos sobre a temática, aconselha-se que outros modelos de avaliação da qualidade operacional ao ciclismo e à caminhada sejam considerados na atribuição de impedâncias

à rede viária, como: ciclovias, qualidade das calçadas, acessos de pedestres e elevações ou declividades das vias.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio do Laboratório de Transporte Sustentável (LTS), do Programa de Engenharia de Transportes (PET – COPPE-UFRJ) e da Base Territorial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Unidade Estadual do Rio de Janeiro.

### **6. References**

- ANTP. Relatório geral 2018. (2018). Disponível em: <<http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade--simob--2018.pdf>>. Acesso em 02 Jul. 2022.
- Ayala Filho, G. G. M., & Lopes, S. B. (2018). Uso de plataformas livres de sistemas de informação geográfica na engenharia de transportes. In 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET.
- Azolin, L. G., & da Silva, A. N. R. (2020). Avaliação preliminar da resiliência na mobilidade urbana decorrente do transporte público. *TRANSPORTES*, 28(4), 76-88.
- Camara, M. V. O. (2021). Abordagens multiobjetivo para alguns problemas de localização de facilidades (Doctoral dissertation, Tese de Doutorado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Programa de Engenharia de Transportes, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).
- Censo, I. B. G. E. (2010). Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados/resumo.html>>. Acesso em, 22 de Abril de 2022.
- Clarry, A., Imani, AF e Miller, EJ (2019). Onde andamos mais rápido? Examinando a velocidade do ciclismo usando dados de GPS do smartphone. *Cidades sustentáveis e sociedade*, 49, 101594.
- Cuore, R. E., & Catanante, B. R. (2016). A metodologia dos censos demográficos no Brasil: desigualdades educacionais da população negra. *Revista Magistro*, 1(13).
- Dias, J. A. (2020). Influência do ambiente urbano na escolha do transporte ativo e sua relação com sedentarismo, <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/35832>, Julho.
- Duarte, L. T., & de Miranda Júnior, A. V. S. (2017). As novas tecnologias no controle da qualidade dos levantamentos censitários: O legado do Censo 2010 e novas perspectivas para a rodada de 2020. *Anais*, 1-21.
- Ferrari, T., Vieira, B. S., Camara, M. V. O., Ribeiro, G. M., & Nassi, C. D. (2018). Uma avaliação multiobjetivo de atendimentos de emergência com base na população, no número de ocorrências e na distância percorrida pelos veículos de resgate. *TRANSPORTES*, 26(3), 145-158.

- Knebel, V. (2022). Análise dos espaços livres no Centro de Colatina–ES com base no índice de caminhabilidade do ITDP (Icam). Acesso em: 07 ago. 2022.
- Libório, M. P. (2014). Ajuste gráfico de setores censitários. Anais do XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, São Pedro/SP–Brasil, 28.
- Malhas setores censitários, I. B. G. E. (2020). Disponível em: <[https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloadsgeociencias.html?caminho=organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_de\\_setores\\_censitarios\\_divisoes\\_intramunicipais/2020/Malha\\_de\\_setores\\_\(shp\)\\_por\\_UFs](https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloadsgeociencias.html?caminho=organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios_divisoes_intramunicipais/2020/Malha_de_setores_(shp)_por_UFs)>. Acesso em, 30 de abril de 2022.
- Matiolli, J. A. C., Manzato, G. G., & da Silva, A. N. R. (2018). Resiliência Urbana A Partir De Distâncias De Viagens Não Motorizadas Estimadas Com Base Na Grade Estatística.
- Metodologia do Censo Demográfico 2010, I.B.G.E. (2010). Relatórios metodológicos, ISSN 0101- 2843, Rio de Janeiro, 2013, Disponível em:<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81634.pdf>> pag.352 a 390. Acesso em: 01 de Maio de 2022.
- do Nascimento, R. M. (2021). Planejamento, análise espacial e otimização da localização das escolas públicas municipais de Montes Claros-MG, Disponível em:<<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/39133/1/Planejamento%2C%20an%C3%A1lise%20espacial%20e%20otimiza%C3%A7%C3%A3o%20da%20localiza%C3%A7%C3%A3o%20das%20escolas%20p%C3%BAblicas%20municipais%20de%20Montes%20Claros%20-%20MG.pdf>>. Acesso em: 23 julho de 2022.
- Naciones Unidas División de Estadística. (2010). Principios y recomendaciones para los censos de población y habitación: revisión 2. Naciones Unidas.
- PyQGIS Developer Cookbook, (2020). QGIS Documentation. [https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/pyqgis\\_developer\\_cookbook/intro.html](https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/pyqgis_developer_cookbook/intro.html) (12 November 2021).
- QGIS (2021a) QGIS User Guide — QGIS Documentation documentation, Disponível em:<[https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user\\_manual/](https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/) 2021<sup>a</sup>> Acesso em: 23 agosto de 2022.
- Sacho, S. D. (2018). Saneamento rural: o esgotamento sanitário no Programa Moradia Camponesa.
- Tavares, É., & Monteiro, J. (2019). Movimentos Pendulares Para Trabalho e Estudo: Estratégias Metodológicas a Partir dos Censos Demográficos De 2000 E 2010. Geosul, 34(73).
- World Health Organization. (2017). Health economic assessment tool (HEAT) for walking and for cycling: Methods and user guide on physical activity, air pollution, injuries and carbon impact assessments. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2018.