

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA

ÍNDICE DE QUALIDADE DE ROTA DE ÔNIBUS

Rodrigo Marques da Silva

Orientadores

Márcio de Oliveira Barros

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL JULHO DE 2019

Índice de Qualidade de Rota de Ônibus

	Rodrigo	Marques	s da Silva
--	---------	---------	------------

Projeto de Graduação apresentado à Escola de Informática Aplicada da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

I I P I O I WOULD P O I I	A	prov	rada	por:
---------------------------	---	------	------	------

Prof. Márcio de Oliveira Barros, DSc. (UNIRIO)

Prof^a. Morganna Carmem Diniz, DSc. (UNIRIO)

Catalogação informatizada pelo(a) autor(a)

Silva, Rodrigo Marques da
S581 Índice de Qualidade de Rota de Ônibus / Rodrigo
Marques da Silva. -- Rio de Janeiro, 2019.
32

Orientador: Márcio de Oliveira Barros. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Graduação em Sistemas de Informação, 2019.

1. Transporte Público. 2. Algoritmos. 3. Indicador de Qualidade. 4. Análise Geoespacial. I. Barros, Márcio de Oliveira, orient. II. Título.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a mim mesmo por nunca desistir e sempre perseguir os meus objetivos, agradeço a minha noiva pela paciência e parceria. Agradeço aos meus pais pelo esforço, carinho e dedicação todos esses anos.

Sou grato também ao meu orientado Márcio Barros por todo apoio e paciência. Também gostaria de deixar um agradecimento a toda equipe de Bacharelado em Sistemas de Informação que possibilitou minha formação e a execução desse Trabalho de Conclusão de Curso.

da Silva, Rodrigo Marques. Índice de Qualidade de Rota de Ônibus. UNI-

RIO, 2019. 33 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de

Informática Aplicada, UNIRIO.

RESUMO

Percebe-se um crescente interesse em dados abertos e a disponibilidade desses

só faz crescer. Com esse cenário, temos mais ações e estudos sobre diversas áreas

da sociedade. Uma dessas áreas é o transporte público.

O Rio de Janeiro é uma cidade onde as pessoas se locomovem majoritariamente

de ônibus. Por outro lado, a cidade já foi apontada entre as que oferecem os piores

serviços de transporte público do mundo.

Esse projeto tem como objetivo utilizar diferentes conjuntos de dados e cons-

truir uma métrica para calcular a qualidade dos ônibus em rota na cidade. Os

resultados da aplicação desta métrica em um período de datas com dados reais

do transporte público foram colhidos e cruzados com outros conjuntos de dados,

permitindo análises mais apuradas do estado do transporte rodoviário na cidade.

Palavras-chave: métricas, linhas de ônibus, qualidade, dados abertos.

ii

ABSTRACT

We perceive an increase on the interest in open data as well as its growing

availability. Under these circunstances, we see a growing number of studies over

diverses areas of the society, including public transportation.

Rio de Janeiro is a city where people move around mostly by bus. On the other

hand, the city has already been pointed out as one of the worst public transport

of the world.

This project aims to use different datasets to define a metric to calculate the

buses' quality in route in the city. The results of such metric were collected and

crossed with other datasets, allowing more correct analyses of the state of road

transportation in the city.

Keywords: metric, bus lines, quality, open data.

iii

Conteúdo

1	Intr	odução	2
	1.1	Motivação	2
	1.2	Objetivos	2
	1.3	Organização do texto	3
2	Mol	oilidade urbana e dados abertos	4
	2.1	Introdução	4
	2.2	Classificações de transporte público	4
	2.3	O transporte no Rio de Janeiro e em outras cidades	9
	2.4	Dados abertos governamentais	11
	2.5	Considerações finais	13
3	Um	Índice de Qualidade em Rota	14
	3.1	Introdução	14
	3.2	Índice de Qualidade de Rota	14
	3.3	Aplicação em cenários controlados	17
	3.4	Aplicação em cenários reais	19
	3.5	Considerações finais	20

4	Aná	álises	
	4.1	Introdução	21
	4.2	Localização das linhas de ônibus	21
	4.3	Construção das análises	23
		4.3.1 IQR ao longo da semana	24
		4.3.2 Dados de localização	25
		4.3.3 Relação com renda	27
	4.4	Considerações finais	28
5	Con	clusão	30
	5.1	Contribuições	30
	5.2	Limitações	30
	5.3	Trabalhos futuros	31

Lista de Figuras

2.1	Exemplo de via compartilhada	5
2.2	Exemplo de via com separação parcial	6
2.3	Exemplo de via com separação total	6
2.4	Exemplo de linhas de serviço local e acelerado	7
2.5	Ônibus utilizado em grande evento da cidade do Rio de Janeiro	8
2.6	Comparação metrô Nova York e Rio de Janeiro	9
2.7	Exemplo de reembolso suspeito identificado pela Rosie	12
2.8	Captura de tela do Jarbas	13
3.1	Cenário de melhor caso - ônibus equidistantes	15
3.2	Cenários de pior caso - ônibus lado a lado	16
3.3	Ajuste da posição de um veículo devido ao erro de leitura do GPS .	19
3.4	Cenários reais	20
4.1	Representação do bairro da <i>Saúde</i> no mapa	22
4.2	Modelo conceitual que demonstra o relacionamento entre bairros,	
	regiões administrativas e linhas de ônibus	23
4.3	Evolução IQR no decorrer do dia	24
4.4	Evolução do IQR médio no decorrer da semana	25

4.5	Bairros com maior número de linhas de ônibus	26
4.6	Bairros com menor número de linhas de ônibus	26
4.7	Comparação entre IQR e o número de linhas que passam pelos bairros	27
4.8	Comparação entre número de linhas com IQR e renda per capta	27
4.9	Comparação entre IQR e renda per capta	28

Lista de Tabelas

2.1	Ranking piores cidades	10
3.1	Resultados do cenário de melhor caso	18
3.2	Resultados do cenário de pior caso	18
4.1	Percentual de carros nos domicílios por bairro	28

1. Introdução

1.1 Motivação

Com o crescente interesse na análise de dados e com a redução do custo de sensores e meios de comunicação, hoje existem dados abertos e públicos sobre diversas áreas da sociedade, dentre elas a mobilidade urbana. A Cidade do Rio de Janeiro possui uma oferta ampla e diversificada de dados abertos, como o estudo que elucida a movimentação de ônibus como majoritária na cidade [1]. Entretanto existem estudos apontando a cidade como possuidora de um dos piores transportes públicos do mundo [2].

Tomando essas informações como ponto de partida, o presente Trabalho de Conclusão de Curso busca construir um meio de avaliar a qualidade do transporte público da cidade do Rio de Janeiro, em particular o transporte rodoviário de passageiros na figura das linhas de ônibus que circulam pela cidade.

1.2 Objetivos

O objetivo desse trabalho é construir um indicador para avaliar a qualidade da distribuição das linhas de ônibus. Para construir este indicador serão utilizados dados abertos sobre os bairros, regiões administrativas e as posições dos ônibus que circulam pela cidade do Rio de Janeiro ao longo do tempo.

Esperamos que esse indicador seja o ponto de partida para a construção de novos indicadores e para a evolução do mesmo. Além disso, esperamos contribuir para que sejam feitas evoluções nos meios de transporte da cidade e que tais evoluções sejam medidas de forma consistente.

3

1.3 Organização do texto

O presente trabalho está estruturado em capítulos e, além dessa introdução, será desenvolvido da seguinte forma:

- Capítulo II: Mobilidade urbana e dados públicos. Neste capítulo, discutimos os aspectos conceituais sobre transporte urbano, análise de outras iniciativas utilizando dados públicos sobre o transporte urbano, impactos da utilização massiva de ônibus e o estado do transporte público na Cidade do Rio de Janeiro;
- Capítulo III: Um índice de qualidade em rota. Neste capítulo, apresentamos a técnica utilizada para transformar os dados abertos sobre o transporte da cidade do Rio de Janeiro em informação. Apresentamos o algoritmo utilizado para calcular o Índice de Qualidade de Rota (IQR) dos ônibus e a sua aplicação em situações controladas. Por fim, apresentamos algumas análises do índice quando utilizado em cenários reais;
- Capítulo IV: Análises. Neste capítulo tratamos das análises feitas sobre os resultados obtidos calculando o Índice de Qualidade em Rota em diversos cenários. Iniciamos com a técnica utilizada para construção das análises, passando para a análise do índice e seu cruzamento com outros conjuntos de dados, como os bairros e regiões administrativas da cidade;
- Capítulo V: Conclusão. Neste capítulo apresentamos as considerações finais, limitações e propostas de trabalhos que podem ser desenvolvidos a partir do ponto em que se encerra este trabalho de pesquisa.

2. Mobilidade urbana e dados abertos

2.1 Introdução

Em seu TCC, Farias apresenta a definição de transporte público como um serviço proporcionado pelo poder público para atender a toda a população sem distinção [3]. Segundo Vukan [4], transporte público é definido por um conjunto de sistemas de transporte que possui rotas fixas, horários e está disponível para todos que pagarem as tarifas estabelecidas.

A Câmara dos Deputados, através de Borges [5], afirma que não existe uma definição legal do que seria Transporte Público Coletivo Urbano, porém define de forma operacional como "transporte público não individual, realizado em áreas urbanas, com características de deslocamento diário dos cidadãos".

Este capítulo está dividido em 5 seções, começando por esta introdução. A Seção 2.2 apresenta diferentes classificações para transporte público, em especial aquele utilizado em meio urbano. A Seção 2.3 apresenta uma comparação do transporte rodoviário urbano da cidade do Rio de Janeiro com outras cidades. A Seção 2.4 trata de dados governamentais abertos, incluindo os dados de transporte público rodoviário, que serão utilizados neste trabalho. Finalmente, a seção 2.5 apresenta considerações finais sobre este capítulo.

2.2 Classificações de transporte público

De acordo com Vukan[4], é possível classificar os sistemas de transporte por três características: direito de passagem, tecnologia do serviço e tipo do sistema. A presente monografia não vai cobrir tecnologia do serviço.

Dentro da categoria direito de passagem existem três subcategorias A, B e C.

 Categoria C: representa vias compartilhadas por diversos tipos de veículos. Meios de transporte podem ter faixas dedicadas separadas por marcações ou sinalização. A Figura 2.1 destaca uma via compartilhada e com faixas dedicadas para transporte público através de sinalização na própria via;

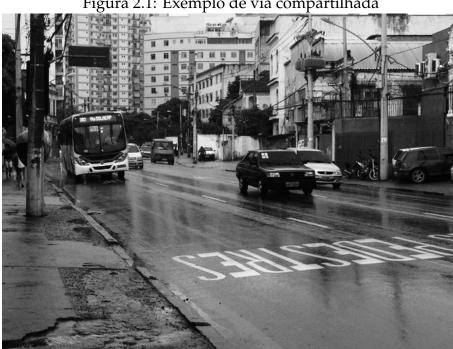


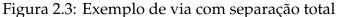
Figura 2.1: Exemplo de via compartilhada

- Categoria B: representa vias que possuem separação longitudinal entre os meios de transporte públicos e os demais veículos. Essas vias ainda podem ser acessadas ou cruzadas por pedestres e outros veículos e incluem cruzamentos comuns. Um exemplo é apresentado na Figura 2.2;
- Categoria A: representa vias totalmente controladas. Nenhuma entrada ou cruzamento com veículos e/ou pessoas é legalmente possível. São utilizados os mais diversos tipos de divisão física para separar as vias dessa categoria das demais. A Figura 2.3 mostra o metrô da cidade do Rio de Janeiro em uma via em que somente o mesmo pode passar, com separações físicas claras.

Já no tipo de sistema existem as três subcategorias: tipo de rota e viagem, tipo de operação e tempo de operação, cada uma possuindo suas respectivas subcategorias:



Figura 2.2: Exemplo de via com separação parcial





- Tipo de rota e viagem:

- Trajeto curto: serviço com velocidade de baixa a média que atendem áreas pequenas, porém com alta taxa de viagens, como centros comerciais, eventos, etc.;
- Transporte urbano: rotas e viagens que atendem a toda a cidade, cobrem todos os tipos de via e é o modelo mais comum;
- Transporte regional: rotas longas, normalmente de alta velocidade e com poucas paradas, atendendo regiões metropolitanas;

Tipo de operação:

- Serviço Local: todas as unidades de transporte param em todas as estações ou quando requisitadas (Figura 2.4, à direita);
- Serviço acelerado: operação em que algumas unidades de transporte pulam um conjunto específico de paradas de acordo com um planejamento específico (Figura 2.4, à esquerda);
- Serviço expresso: operação em que as unidades de transporte param em paradas muito espaçadas, atuam em paralelo com unidades do tipo serviço local, diferenciado-se pelo espaçamento entre as paradas;

Tempo de operação:

- Regular ou serviço diário: operação durante a maioria das horas do dia, representando o tipo mais comum de operação;
- Serviço de horário de pico: rotas que operam somente em horários de pico, transportando passageiros do trabalho para o próximo destino.
 Esse tipo de linha é pensado para viagens relacionadas à trabalho;
- Serviço especial ou irregular: serviço operado em situações especiais, como grandes eventos ou condições de emergência. Um exemplo de serviço irregular é o que operou no decorrer das Olimpíadas do Rio de Janeiro, transportando somente pessoas portadoras de ingressos para assistir competições, ou o utilizado em eventos como o Rock in Rio, que é exibido na Figura 2.5;



Figura 2.4: Exemplo de linhas de serviço local e acelerado

Apesar de existirem diversos modos de classificar transporte, é possível que existam meios de transporte com as mesmas características que representem mo-



Figura 2.5: Ônibus utilizado em grande evento da cidade do Rio de Janeiro

dos de transporte diferentes e vice-versa. Com isso, a classificação mais importante de modos de transporte público é dada por três categorias mais genéricas que são: Transporte Urbano, Transporte Semi-Rápido e Transporte Rápido.

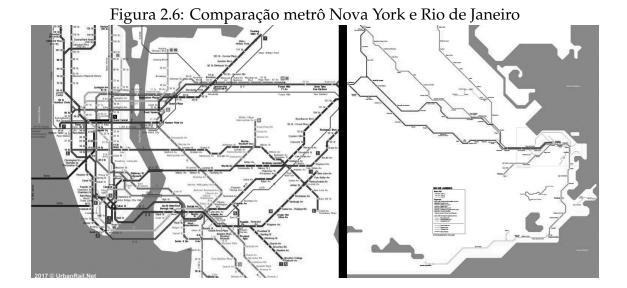
- Transporte rápido: cobre os modos de transporte em que a via é totalmente isolada dos demais veículos e que toda a operação da via é feita da forma mais automática possível, como o metrô;
- Transporte semi-rápido: cobre modos utilizando preferencialmente a categoria B, podendo possuir modos das outras categorias. O desempenho desse modo depende diretamente de como acontece a separação do trânsito comum e o tipo de modal escolhido, sendo importante existir a separação dos demais veículos em trechos de grande congestionamento;
- Transporte urbano: o modo de transporte urbano, que é o foco da presente monografia, cobre transportes que operam em vias mistas. O desempenho é afetado prioritariamente pelas condições de tráfego. A velocidade é menor do que a do fluxo do tráfego devido às paradas para embarque e desembarque de passageiros.

Dentre os diversos modais de transporte que existem, o foco da presente monografia será no modal rodoviário, que segundo dados do Data.Rio [6] foi

utilizado por 72,5% dos usuários de transporte público da cidade do Rio de Janeiro no ano de 2017.

A alta taxa de utilização de ônibus é causada, entre outros, pela falta de integração entre os diversos modais da cidade [3]. Além disso, os modais de trânsito rápido e semi rápido possuem malha e atendimento abaixo do que seria ideal para a população da cidade [6][4].

Utilizando a cidade de Nova York como parâmetro, as duas cidades possuem aproximadamente a mesma área e, mesmo a população de Nova York sendo 30% maior que a do Rio de Janeiro, sua malha ferroviária é aproximadamente 18 vezes maior, como mostrado na Figura 2.6, um exemplo claro de que a taxa de utilização do modal rodoviário não é uma opção da população. Essa alta utilização de ônibus, além de ineficiente, causa problemas tanto para a população quanto para o meio ambiente. Esses problemas e seus impactos serão detalhados nas próximas seções.



2.3 O transporte no Rio de Janeiro e em outras cidades

A empresa *Expert Market* conduziu um estudo comparando o transporte público de 74 cidades de 16 países [2]. O estudo foi feito comparando os dados de uso do transporte público, custo de um mês de viagem comparado com o salário mínimo local e avaliando a quantidade de horas gastas em congestionamentos. De acordo com o estudo, a cidade do Rio de Janeiro tem o pior transporte público das 74 cidades estudadas, como é apresentado na Tabela 2.1.

Posição	País	Cidade	Score
65	UK	Londres	68,18
66	EUA	Miami	72,87
67	Colômbia	Cali	75,96
68	Brasil	Brasilia	<i>77,</i> 52
69	Canadá	Toronto	78,56
70	Brasil	Salvador	78,71
71	Turquia	Istambul	81,78
72	Brasil	São Paulo	83,71
73	Colômbia	Bogotá	84,12
74	Brasil	Rio de Janeiro	86,26

Tabela 2.1: Ranking piores cidades

A análise dos dados do MoovIt [1] mostra que, com a exceção do indicador de tempo de espera, o Rio de Janeiro possui péssimos indicadores. O tempo de viagem, totalizando 95 minutos, é superado apenas por 4 cidades (Toronto/Canadá, Brasília,/Brasil, Goiânia/Brasil e Bogotá/Colômbia). A cidade possui também uma das distâncias de viagem média mais longa, sendo superada apenar por Brasília/Brasil, Tel Aviv/Israel, Miami/EUA e Seattle/EUA. Além disso, 37% da população realiza viagens longas (mais de 12km), número que é superado apenas por Brasília/Brasil e Miami/EUA.

Apesar dos dados aparentemente altos, analisando a velocidade média dos transportes, a do Rio de Janeiro é de 7,8 km/h, superior a média das 10 melhores cidades apontadas pelo estudo. Essa velocidade também é superior a de 7 das 10 cidades consideradas como melhores, o que mostra que, nesse aspecto de distância e tempo de viagem, o transporte público carioca não é tão ruim quanto aparenta. Com isso, é necessário analisar a questão da distância sobre outra perspectiva.

A cidade do Rio de Janeiro possui mais de 1.000.000 de quilômetros quadrados de área [7] e 12,3 quilômetros de distância média, enquanto a média da área das 10 melhores cidades é 132,64 quilômetros quadrados, com 5,15 quilômetros de distância média. Com esses dados, é possível ver que a distância viajada no Rio de Janeiro, se comparada com o tamanho da cidade, é bem menor do que a das cidades que encontram-se na lista das dez melhores

No aspecto financeiro, a cidade apresenta problemas se comparada com as melhores segundo o estudo. No Rio de Janeiro é gasto aproximadamente 21,5% [8] do salário mínimo para fazer uso de transporte público durante o mês. Já em Nice, é gasto 2,03% do salário mínimo para tal, apesar do ticket médio de Nice ser o dobro do Rio de Janeiro.

2.4 Dados abertos governamentais

A prefeitura da cidade do Rio de Janeiro disponibiliza em seu portal, conhecido como Data.RIO, diversos conjuntos de dados abertos governamentais. Esses conjuntos são classificados em quinze categorias e são disponibilizados de diversos modos, como documentos PDF, planilhas e dados espaciais para serem visualizados em aplicações específicas. Um dos conjuntos de dados disponibilizado é o GPS dos ônibus, esse conjunto apresenta a posição dos ônibus da cidade em tempo real.

De acordo com a definição encontrada no dicionário Michaelis [9] dado é a representação de fatos, conceitos e instruções por meio de sinais, de maneira formalizada, possível de ser transmitida ou processada pelo homem ou por máquinas. Para que algo seja considerado aberto, de forma resumida, é necessário que o acesso seja livre, que seja possível usar e modificar, além da possibilidade de compartilhamento, com essas ações sendo submetidas a medidas para, no máximo, preservar a abertura e a procedência do dado. A partir dessas definições temos que Dado Aberto é dado ou conteúdo que pode ser utilizado, modificado e compartilhado por qualquer pessoa para qualquer propósito [10].

Além da definição apresentada, para o dado ser considerado aberto ele deve ser disponibilizado em formato aberto e com uma licença aberta. Para que uma licença seja considerada aberta, ela deve permitir acesso gratuito ao que está sendo licenciado, permitir redistribuição, modificações no conteúdo, utilização de partes do conteúdo sem obrigatoriedade de utilização do todo e essas partes devem estar sob a mesma licença do todo. Deve ser possível montar uma compilação do trabalho licenciado com outros trabalhos, não deve existir discriminação contra pessoa ou grupo, a licença deve ser aplicada para qualquer propósito e sem nenhum tipo de cobrança [11].

De acordo com publicação elaborada pelo Tribunal de Contas da União, a definição de dado governamental aberto é a utilizada pela Open Knowledge International, que define dado governamental aberto seguindo oito princípios. Os dados devem ser completos, ou seja, totalmente disponibilizados sem limitações, devem ser apresentados como são coletados na fonte, disponibilizados rapidamente para garantir o seu valor, devem ser acessíveis para todos, processáveis por máquinas, sem discriminação e propriedade e com licença aberta.

O Tribunal de Contas da União lista cinco motivos para abertura de dados: a

sociedade exige mais transparência na gestão pública, a própria sociedade pode contribuir com serviços inovadores ao cidadão, ajuda a aprimorar a qualidade dos dados governamentais, viabiliza novos negócios e é obrigatório por lei.

Um exemplo de conjunto de dados abertos para auxiliar na transparência da gestão pública é o Orçamento Federal – Orçamento Fiscal e da Seguridade Social[12] – que disponibiliza dados sobre o orçamento público, contendo informação sobre todas as receitas e despesas previstas e realizadas para um período de um ano pelo governo federal.

Na questão da sociedade contribuir com serviços inovadores, a Operação Serenata de Amor é um excelente exemplo de solução inovadora desenvolvida pela sociedade. Utilizando ciência de dados, o projeto fiscaliza os dados da Cota para o Exercício da Atividade Parlamentar (CEAP), divulgando reembolsos suspeitos e possibilitando que o eleitor acompanhe os gastos do seu representante.

A operação divide-se em duas partes, uma é chamada de Rosie que é uma inteligência artificial capaz de analisar os gastos reembolsados pela CEAP e identificar gastos suspeitos. Na Figura 2.7 é exibido um exemplo de gasto suspeito identificado e publicado na plataforma Twitter.

Rosie @RosieDaSerenata · 6 de mar

Gasto suspeito de Dep. @renatoandrademg (MG). Você pode me ajudar a verificar? jarbas.serenata.ai/layers/#/docum... #SerenataDeAmor na @CamaraDeputados

Figura 2.7: Exemplo de reembolso suspeito identificado pela Rosie

A outra frente é chamada de Jarbas, um portal que permite que a população acesse os reembolsos. A Figura 2.8 exibe uma captura de tela retirada do portal.

O MoovIt combina informações de dados públicos, governamentais e não governamentais, com a informação fornecida por sua comunidade para oferecer diversas informações, como um retrato em tempo real do transporte público, sugestões de rota, etc. A empresa possui o aplicativo de transporte com o maior número de usuários, mais de 60 milhões em todo mundo.

A empresa atualmente é a maior em análise de dados do transporte público no mundo, fornecendo um conjunto de soluções que apoia a tomada de decisões nas questões de transporte público. Alinhando esse fato com o valor estimado em 2015

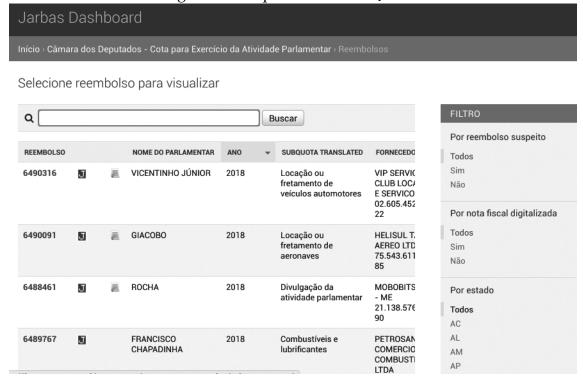


Figura 2.8: Captura de tela do Jarbas

de 450 milhões de dólares, temos um exemplo de dados públicos governamentais viabilizando negócios e sendo utilizados para aprimorar a qualidade dos dados governamentais.

2.5 Considerações finais

Este capítulo apresentou diferentes classificações para os modos de transporte público rodoviário nas cidades, junto com uma comparação do transporte público da cidade do Rio de Janeiro com outras cidades do mundo. Por fim, discutiu-se a distribuição de dados abertos e um exemplo de serviço que utiliza este tipo de dado com fins de oferecer informações sobre transporte público para a população. No próximo capítulo, será apresentada a métrica IQR para medir a qualidade em rota de linhas de ônibus com base nos dados públicos disponibilizados pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

3. Um Índice de Qualidade em Rota

3.1 Introdução

Este capítulo contém o processo utilizado para transformar os dados sobre o deslocamento de ônibus na cidade do Rio de Janeiro em informação. Essa informação é o Índice de Qualidade de Rota (IQR), que demonstra a qualidade da distribuição dos ônibus em rota em um determinado instante de tempo.

Um valor alto de IQR indica que os veículos de uma determinada linha estão bem distribuídos ao longo do seu trajeto e que não haverá grandes variações no tempo esperado pelos passageiros em pontos de ônibus, independente de onde estes passageiros se encontram.

Por outro lado, um valor baixo de IQR indica que muitos veículos estão próximos entre si, fazendo com que parte do trajeto esteja sem cobertura. Em consequência da falta de veículos atendendo parte do trajeto, os passageiros em pontos de ônibus nestes trechos tenderão a esperar por um tempo maior do que aqueles em pontos de ônibus onde haja concentração de veículos.

Acredito que o IQR é uma métrica relevante para o planejamento das empresas de transporte, que podem reter veículos nos pontos finais por algum tempo para melhorar a sua distribuição no trajeto e a reduzir a variação do tempo de espera dos passageiros, fornecendo assim um serviço mais previsível.

3.2 Índice de Qualidade de Rota

O Índice de Qualidade de Rota avalia a qualidade da distribuição dos veículos de uma linha de ônibus em um determinado momento, considerando a posição

dos veículos e o seu trajeto. Para entender o cálculo do IQR, primeiramente é necessário observar os cenários de melhor e pior caso.

O cenário de melhor caso é exibido na Figura 3.1. Neste, todos os veículos estão equidistantes no trajeto. Assim, é possível inferir que o tempo de espera dos passageiros nos pontos de ônibus será regular, sem grandes variações em diferentes pontos do trajeto, poupando o passageiro de passar muito tempo aguardando pelo seu ônibus.

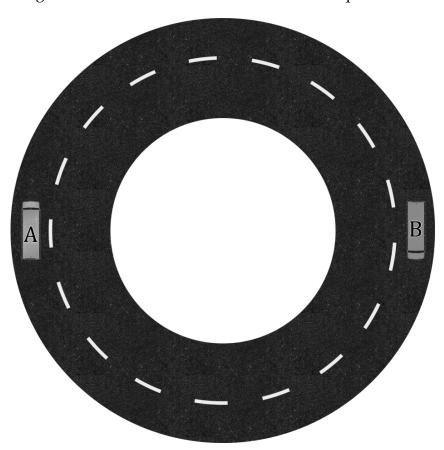


Figura 3.1: Cenário de melhor caso - ônibus equidistantes

O cenário de pior caso apresenta os ônibus lado a lado, como é exibido na Figura 3.2. Considerando que o ônibus A é o primeiro da rota e o ônibus B é o segundo, temos que a distância do ônibus A até o ônibus B é a totalidade da rota e a distância do ônibus B até o ônibus A é zero.

No cenário de pior caso, o tempo de espera de alguns passageiros tende a ser muito maior do que no cenário de melhor caso. Isso ocorre devido a ser necessário esperar os ônibus cruzarem toda a rota para passar novamente pelos pontos anteriores à sua posição atual, diferente do que ocorre no cenário de melhor caso, onde os ônibus estão equidistantes.

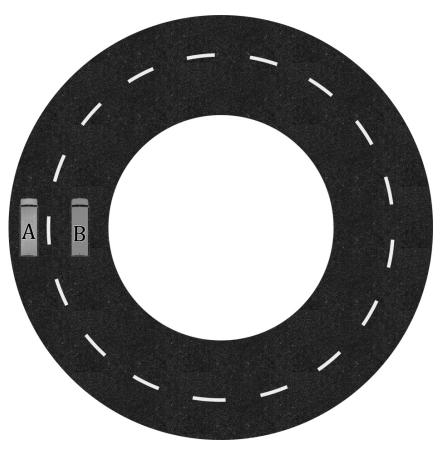


Figura 3.2: Cenários de pior caso - ônibus lado a lado

Com esses dois cenários em vista, o IQR deve seguir duas premissas: pontuar 100% no cenário com todos os ônibus equidistantes e 0% nos cenários com todos os ônibus lado a lado.

Para realizar o cálculo do IQR, algumas informações são necessárias:

- Número de veículos circulando no instante de tempo analisado (n);
- Comprimento da rota (C);
- Posição dos veículos em rota (p_i , 1 ≤ i ≤ n).

De posse destas informações, os seguintes valores são calculados:

— **Distância entre ônibus consecutivos (** $d_{i,i+1}$ **)**: distância, considerando o trajeto realizado pelos ônibus da linha que está sendo analisada, entre a posição atual do i-ésimo ônibus e a posição do próximo ônibus no trajeto. É importante observar que o cálculo considera o trajeto da linha e não a distância em linha reta entre os veículos;

 Distância ideal (d_{ideal}): a distância ideal é a que permite que todos os ônibus estejam equidistantes no trajeto. Para tal, divide-se o comprimento da rota pelo número de veículos circulando no instante de tempo analisado, como é exibido na Fórmula 3.1;

$$d_{ideal} = \frac{C}{n} \tag{3.1}$$

Diferença do ideal (diff): a diferença do ideal calcula o erro entre as distâncias dos veículos em um determinado instante e a distância ideal entre eles.
 O erro é calculado de forma quadrástica (fórmula 3.2) para que distâncias negativas e positivas em relação ao ideal tenham o mesmo peso;

$$diff = \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (d_{i,i+1} - d_{ideal})^2 + (d_{n,1} - d_{ideal})^2}$$
 (3.2)

– **Diferença máxima** (diff_{max}): a diferença máxima do ideal ocorre quando todos os ônibus estão na mesma posição do trajeto, fazendo assim com que $d_{i,i+1}$ seja igual a zero para todo 1 ≤ i ≤ n − 1 e que $d_{n,1}$ seja igual a C. Aplicando estas distâncias na fórmula 3.2, temos a fórmula 3.3;

$$diff_{max} = \sqrt{((n-1)*d_{ideal}^2) + (C - d_{ideal})^2}$$
 (3.3)

Após o cálculo das variáveis acima, podemos calcular o IQR (fórmula 3.4) pela razão entre a diferença do ideal observada entre os veículos pela diferença máxima. Se a diferença observada estiver próxima do máximo, o IQR tem valor próximo de zero. Se a diferença observada estiver próxima de zero, o IQR tem valor próximo de 1 (100%).

$$IQR = 1 - \frac{diff}{diff_{max}} \tag{3.4}$$

3.3 Aplicação em cenários controlados

Considerando os cenários de melhor e pior caso apresentados na Seção 3.2, temos os seguintes resultados para o cálculo do IQR:

- Melhor caso: no cenário de melhor caso temos os ônibus equidistantes,

Informação	Valor
Número veículos	2
Comprimento da rota	50
Distância ônibus A x ônibus B	25
Distância ônibus B x ônibus A	25
Distância ideal	25
Diferença máxima	35,35
Diferença observada	0
IQR	100%

Tabela 3.1: Resultados do cenário de melhor caso

Informação	Valor
Número veículos	2
Comprimento da rota	50
Distância ônibus A x ônibus B	0
Distância ônibus B x ônibus A	50
Distância ideal	25
Diferença máxima	35,35
Diferença observada	$\sqrt{1250}$
IQR	0%

Tabela 3.2: Resultados do cenário de pior caso

como é exibido na Figura 3.1. Considerando o número de veículos circulando igual a 2 e o comprimento da rota igual a 50, temos a distância ideal igual 25. Esta também é a distância observada entre os ônibus, o que leva a fórmula 3.1 a gerar uma diferença igual a zero. Aplicando-se a Fórmula 3.3, calculamos a diferença máxima como 35,35. Considerando estes valores, o IQR é calculado como 100% utilizando a Fórmula 3.4. A Tabela 3.3 apresenta todos os valores desse cenário.

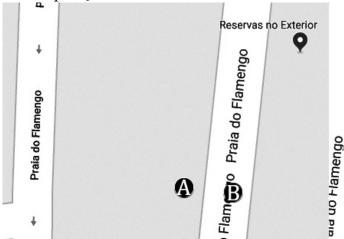
Pior caso: no cenário de pior caso, temos os ônibus lado a lado, como exibido na Figura 3.2. O número de veículos, comprimento do trajeto, diferença máxima e distância ideal se mantém os mesmos do cenário de melhor caso. A diferença está na diferença do ideal observada entre os ônibus. A distância do ônibus A para o ônibus B é zero e a distância do ônibus B para o ônibus A é igual ao comprimento da rota, totalizando 50. Considerando esses valores e aplicando a Fórmula 3.4, temos a diferença observada igual a √1250 e o IQR de 0%. A Tabela 3.3 apresenta os valores desse cenário.

3.4 Aplicação em cenários reais

Para aplicar o IQR em cenários reais é necessário primeiro resolver dois problemas: ajustar a posição do ônibus na rota e definir a ordem dos ônibus.

A posição do ônibus na rota precisa ser ajustada devido à precisão dos dados de GPS recebidos. O que ocorre é que um ônibus pode se encontrar em um lugar que seria impossível, como fora de uma rua ou no mar. Porém, esta posição é próxima à posição real na rota e foi anotada desta foram por conta da margem de erro do sistema de GPS. Um exemplo é apresentado na Figura 3.3.

Figura 3.3: Ajuste da posição de um veículo devido ao erro de leitura do GPS



O ponto A é a posição observada de um veículo. Essa não é a posição esperada do ônibus, visto que o mesmo encontra-se fora da via, em cima da calçada. Nesse caso, é necessário determinar qual é o ponto do trajeto mais próximo à posição observada do veículo. Para tal, é calculada a distância em linha reta entre o ônibus e todas as posições to trajeto de sua linha. O ponto que apresentar a menor distância é considerado como a posição aproximada do ônibus. Na Figura 3.3, a posição aproximada é exemplificada pelo ponto B.

O segundo problema a ser resolvido é determinar a ordem dos veículos no trajeto. Para tal, é medida a distância de todos os ônibus até o ponto inicial da rota, considerando o trajeto (ao invés da linha reta entre a posição do veículo e o ponto de início). Essa medida é feita para gerar a ordenação dos ônibus e, com a lista ordenada, verificar a distância entre os ônibus consecutivos.

Com esses dois pontos concluídos, a aplicação dos cálculos é a mesma realizada manualmente nas primeiras seções deste capítulo. Na Figura 3.4 encontra-se o índice aplicado em um cenário real. A linha utilizada para o experimento foi

a linha de ônibus 277. Na parte de cima encontra-se um resultado considerado baixo: o IQR registrado foi de 34,9%. Já na parte de baixo da figura está um resultado alto, com o IQR registrando 84,17%. Comparando as duas imagens é possível verificar que, no cenário com IQR mais alto, os ônibus estão melhor distribuídos no seu trajeto do que no cenário com o índice mais baixo.

FIGURE 3.4: Cenários reais

MIRANDA

VICENTE DE

CARVALHO

OSWALDO CROZ

3.5 Considerações finais

Esse capítulo apresentou o Índice de Qualidade de Rota, exemplificado seus cenários de melhor e pior caso. Após isso, foi apresentada a metodologia utilizada para realizar o cálculo do IQR. Esta metodologia foi aplicada nos cenários de melhor e pior caso, verificando-se que ela atende às premissas apresentadas e, por fim, foi aplicada em um cenário real.

4. Análises

4.1 Introdução

Neste capítulo serão apresentadas análises de IQR para linhas de ônibus sob diversos critérios, como os bairros e regiões administrativas por onde os veículos transitam. Primeiramente, será abordada a utilização de dados espaciais de bairros, regiões administrativas e linhas de ônibus para determinar em quais bairros e regiões as linhas de ônibus passam. Em seguida, serão apresentadas análises do IQR com o número de linhas de ônibus que passam nos bairros e sua renda *per capta*. Por fim, apresentaremos as considerações finais deste capítulo.

4.2 Localização das linhas de ônibus

Nesta seção trataremos da identificação dos bairros e regiões administrativas pelos quais passam as linhas de ônibus. Para tal, os seguintes insumos foram utilizados:

- Arquivo de trajetos: arquivo obtido do portal DATA.RIO contendo o trajeto de todas as linhas de ônibus que trafegam pela cidade do Rio de Janeiro;
- Arquivo descritor de bairros: arquivo obtido do portal DATA.RIO contendo informações sobre os bairros. As informações utilizadas neste trabalho são o nome do bairro, sua renda *per capta* média, sua região administrativa e a sequência de coordenadas que formam um polígono representando o bairro no mapa. Por exemplo, o polígono delimitado na Figura 4.1 representa o bairro da *Saúde*. Os círculos são os pontos cujas coordenadas são fornecidas no arquivo descritor de bairros e as linhas são as conexões entre pontos consecutivos;



Figura 4.1: Representação do bairro da Saúde no mapa

Arquivo descritor de regiões administrativas: arquivo obtido do portal DATA.RIO e que segue a mesma estrutura do arquivo descritor de bairros. Desse arquivo, as informações utilizadas foram o conjunto de coordenadas que formam o polígono da região administrativa, o nome da região administrativa e os bairros que formam tal região.

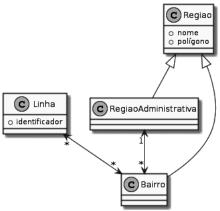
Para definir em quais bairros passam as linhas de ônibus foi utilizado o Algoritmo 4.1. O trajeto de uma linha de ônibus é formado por um conjunto de pontos, cada qual representado por sua latitude e longitude. Para determinar os bairros pelos quais passam as linhas de ônibus, os pontos foram testados em todas as regiões administrativas: quando o ponto está dentro ou toca a fronteira de uma região administrativa, são testados os bairros desta região. As regiões administrativas foram utilizadas para tornar a pesquisa mais rápida, já que segue uma estrutura de dados de dois níveis (região e bairro), mais próxima de uma árvore, ao invés de puramente sequencial.

O algoritmo utilizado relaciona linhas e bairros quando o ponto do trajeto encontra-se dentro do bairro ou quando toca a sua divisa. Com isso, alguns pontos do trajeto de uma linha de ônibus podem ser considerados relacionados a dois ou mais bairros (ou regiões administrativas). Esse detalhe de implementação não influencia nas análises, visto que os bairros são relacionados às linhas de ônibus, não aos pontos, como é exibido na Figura 4.2.

Algoritmo 4.1 Localização de linhas de ônibus

```
1: para cada linha de ônibus faça
        trajeto \leftarrow linha.pegaTrajeto
 3:
        para cada ponto do trajeto faça
 4:
           para cada região administrativa faça
 5:
               se ponto dentro da região administrativa or ponto toca região administrativa então
 6:
                   para cada bairro da região administrativa faça
 7:
                      se ponto dentro do bairro or ponto toca bairro então
 8:
                          relaciona linha de ônibus e bairro
 9:
                      fim se
10:
                   fim para
11:
               fim se
12:
           fim para
13:
        fim para
14: fim para
```

Figura 4.2: Modelo conceitual que demonstra o relacionamento entre bairros, regiões administrativas e linhas de ônibus



Para realizar a implementação da Localização das linhas de ônibus foi utilizada a linguagem de programação Java. Uma dificuldade encontrada foi conseguir localizar todos os bairros tendo em vista que, para tal, é necessário cruzar todos os pontos da rota da linha de ônibus com todos os bairros. A solução para mitigar esse problema foi utilizar as Regiões Administrativas como um nível anterior aos bairros, com isso primeiro era visto se o ponto pertencia da Região Administrativa para depois verificar se o ponto pertence aos bairros dessa Região.

4.3 Construção das análises

Para efetuar as análises foram gerados diversos arquivos no formato *Commaseparated values* (CSV) que formaram a base utilizada. A análise foi dividida em duas partes: uma para fazer ponderações utilizando informações relacionadas a tempo, bairros, regiões administrativas, linhas e IQR em si e uma segunda

para buscar um relacionamento entre o IQR e outros dados, não necessariamente relacionados a transporte público. Os arquivos gerados e utilizados para essas análises da primeira parte foram:

- IQR: arquivo contendo os dados relacionados ao IQR, que incluem o identificador da linha de ônibus, data e hora do registro e o índice em si;
- Linha x Bairro: arquivo com o relacionamento entre as linhas de ônibus e os bairros;
- Bairro x Região administrativa: arquivo com o relacionamento entre os bairros e as regiões administrativas.

4.3.1 IQR ao longo da semana

De posse dos arquivos acima, foram geradas análises como a da Figura 4.3. Esse gráfico apresenta as 24 horas do dia no eixo x e o IQR no eixo y. Ele mostra o valor médio, a cada minuto do dia, do IQR de todas as linhas analisadas em todos os dias para os quais dados foram colhidos. Todos os indicadores apresentados consideram um total de 297 linhas de ônibus tendo seu índice medido entre 05 e 11 de março de 2018.

NomeData • segunda-feira • terça-feira • quarta-feira • sexta-feira • sabado • domingo

40

20

0000 0500 0500 0500 1200 1500 1800 2100

Figura 4.3: Evolução IQR no decorrer do dia

Nesse gráfico é possível observar o padrão de evolução do IQR, com o início do dia tendo valores abaixo do 20% e a subida dos valores a partir das 4 horas da manhã, mantendo-se estável no decorrer do dia e caindo ao final do dia. O gráfico mostra a adaptação do funcionamento das empresas de ônibus ao horário do carioca, aumentando a quantidade de ônibus e melhorando a distribuição a partir do horário de saída das pessoas para o trabalho e reduzindo a quantidade de ônibus junto com a redução da demanda à noite. Temos também o sábado e o domingo com os piores índices da semana e a evolução diária sendo repetida de forma bastante aproximada para todos os dias da semana.



Figura 4.4: Evolução do IQR médio no decorrer da semana

Na Figura 4.4 temos a evolução do IQR médio no decorrer da semana. O gráfico reforça que os finais de semana possuem índices abaixo dos encontrados nos dias de trabalho da semana.

4.3.2 Dados de localização

Nessa subseção trataremos das análises considerando os dados de IQR e os dados de bairros e linhas de ônibus. Para montar os gráficos a seguir foram utilizadas todas as linhas que tem-se conhecimento do trajeto, independente de ter IQR registrado ou não. Os gráficos que não utilizam IQR exibem informação de aproximadamente 1200 linhas de ônibus, que são as que tem trajeto conhecido. Quando o IQR for exibido, este leva em consideração somente 126 linhas de ônibus, que são as que tiveram IQR medido para esse estudo. Todos os dados que possuem informação de IQR são do período entre 05 e 11 de Março de 2018.

O gráfico exibido na Figura 4.5 mostra os 20 bairros que possuem o maior número de linhas de ônibus, sendo sete da Região Administrativa Centro. O bairro que possui o maior número de linhas, São Cristóvão, possui esse número elevado devido à dois fatores: Linha Vermelha e Avenida Francisco Bicalho. Todos os ônibus que vêm do centro da cidade e acessam a Linha Vermelha passam por São Cristóvão, visto que o início da via fica localizado no bairro. O segundo ponto é o início da Avenida Francisco Bicalho que também fica localizado no bairro. Com isso, todos os ônibus que vêm da Avenida Brasil em direção ao centro da cidade passam pelo bairro.

Já o gráfico exibido na Figura 4.6 mostra os 20 bairros que possuem o menor número de linhas de ônibus. Desses, nove são de regiões periféricas e/ou comunidades, cinco são da Região Administrativa Ilha do Governador e cinco estão localizados na Zona Oeste. Além destes, temos o bairro *Alto da Boa Vista*, que serve de conexão entre a Zona Norte e a Zona Oeste.

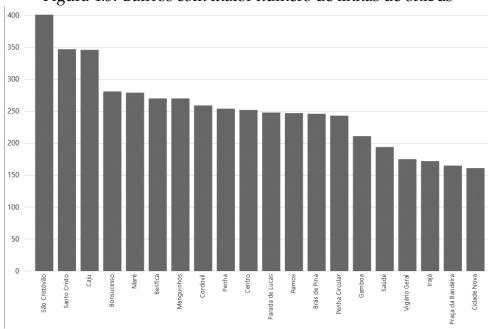
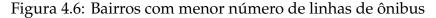
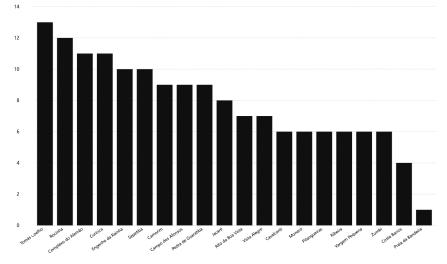


Figura 4.5: Bairros com maior número de linhas de ônibus





Na Figura 4.7 temos a comparação entre o IQR médio no período de análise e a contagem do número de linhas de ônibus que circulam pelos bairros, sendo estes ordenados pelo número de linhas de ônibus. Não foi possível estabelecer um relacionamento direto entre os dados, mas percebe-se que os bairros com maior número de linhas têm um IQR mais baixo e com menor variação do que os bairros com menor número de linhas.

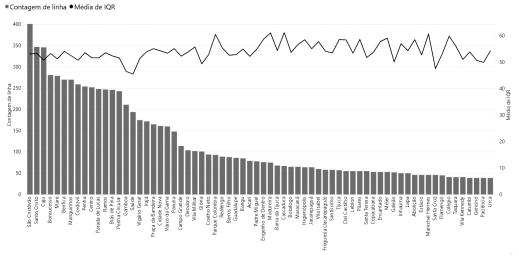
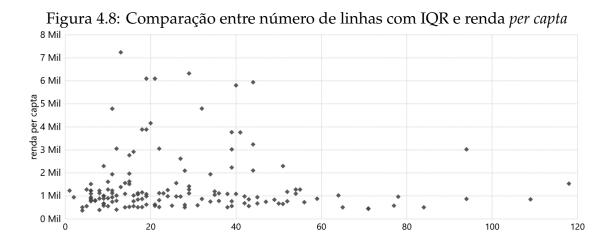


Figura 4.7: Comparação entre IQR e o número de linhas que passam pelos bairros

4.3.3 Relação com renda

Para análise dos gráficos abaixo foi utilizado o conjunto de dados que relaciona *renda per capta* aos bairros. Na Figura 4.8 temos que os bairros de maior renda (igual ou superior a 4 mil reais) estão bem abaixo da mediana do número de linhas de ônibus em circulação por bairro (94 linhas), com o bairro da *Barra da Tijuca* sendo o que mais possui linhas de ônibus (44 linhas).



Vários fatores contribuem para isso. Um desses fatores é exibido na Tabela 4.1: os seis bairros (em negrito) que possuem maior renda e baixo número de linhas de ônibus lideram a estatística de carros por domicílio. Essa informação, em conjunto com a utilização de metrô nesses bairros, pode ser a possível causa do menor número de pessoas utilizando ônibus.

O gráfico da Figura 4.9 mostra uma suave queda do IQR relacionada ao aumento da renda *per capta*. A linha sólida mostra a tendência de queda. Com

Bairros	Percentual
Barra da Tijuca	89,96
Lagoa	89,55
Jardim Guanabara	85,19
Leblon	73,91
Jardim Botânico	72,09
Humaitá	70,48
Gávea	67,42
Laranjeiras	67,15
Maracanã	66,91
Ipanema	66,30

Tabela 4.1: Percentual de carros nos domicílios por bairro

a linha tracejada, que mostra a média do IQR, podemos perceber que todos os bairros com a renda *per capta* a partir de quatro mil reais estão abaixo da média.

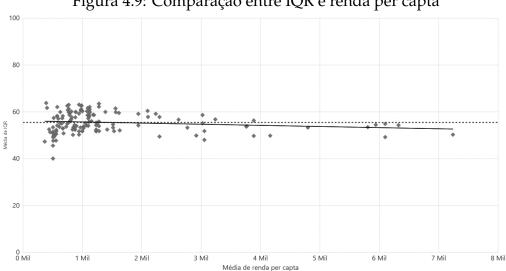


Figura 4.9: Comparação entre IQR e renda per capta

4.4 Considerações finais

Neste capítulo apresentamos as técnicas utilizadas para montar gráficos tendo como base o IQR. O IQR foi relacionado com conjunto de dados sobre bairros e regiões administrativas, incluindo sua localização e a renda per capta da sua população. Foram identificadas relações esperadas, como IQR e horário, e relações inesperadas, como o relacionamento entre renda per capta e número de linhas que passam pelos bairros. Importante ressaltar que conjuntos de dados que não demonstraram relacionamento direto também são importantes para o estudo, como a falta de relacionamento entre o número de linhas de ônibus em um bairro

e o IQR desse mesmo bairro.

5. Conclusão

5.1 Contribuições

O presente Trabalho de Conclusão de Curso resultou em duas contribuições que gostaríamos de destacar:

- desenvolvemos a métrica que permite determinar a qualidade da distribuição dos ônibus em rota, métrica esta que pode ser utilizada para análises em tempo real e/ou para construir uma base para análise histórica;
- foram identificados relacionamentos entre as linhas de ônibus e os bairros da cidade do Rio de Janeiro, permitindo a comparação entre a qualidade da distribuição (IQR) e outros conjuntos de dados que tenham bairros como ponto de partida.

Acreditamos que esses estudos permitem avaliar, ainda que parcialmente e sob a perspectiva específica de distribuição dos veículos de uma linha de ônibus em rota, a qualidade do transporte público na cidade do Rio de Janeiro, permitindo assim a tomada de decisão para melhorar este transporte.

5.2 Limitações

A métrica construída não considera tempo para determinar o Índice de Qualidade em Rota, gerando falsos positivos. Um exemplo seria um engarrafamento em que temos uma boa distribuição, tendo assim um bom índice, porém sem garantir o atendimento do usuário final, visto que os ônibus podem ficar parados na distribuição adequada demorando a chegar nos pontos.

Para solucionar esse problema é necessário considerar o tempo que os ônibus levam para passar por um ponto específico, por exemplo, os pontos de parada. Desse modo, será possível medir o intervalo entre os ônibus e compor um melhor índice de qualidade de rota, que avaliará as duas perspectivas: qualidade da distribuição dos veículos e intervalo de tempo entre os ônibus.

A ordem de disposição dos ônibus na rota é outro empecilho, já que o índice analisa somente a distribuição em um determinado instante de tempo, ignorando a ordem que os ônibus iniciaram o trajeto. Desse modo, é possível existir casos em que um ônibus ultrapasse o outro, piorando a qualidade da viagem dos usuários do ônibus ultrapassado (comparativamente) e reduzindo a previsibilidade e confiabilidade do sistema de transportes como um todo. Considerar a ordem de saída dos ônibus e desconsiderar distribuições com ônibus fora de ordem pode deixar o indicador mais preciso.

Uma terceira limitação são as mudanças temporárias no trajeto das linhas de ônibus, causadas por eventos ou acidentes, por exemplo. A métrica não considera essas mudanças para avaliar uma distribuição de veículos em rotas. Com isso, o resultado obtido de dias de eventos tem precisão baixa.

5.3 Trabalhos futuros

Seguindo com as sugestões apresentadas na seção anterior e com o indicador já existente, o presente Trabalho de Conclusão de Curso abre portas interessantes para futuras pesquisas. A seguir, destacamos três destas pesquisas:

- Relatório qualidade dos ônibus: é possível desenvolver um relatório medindo a qualidade dos ônibus na cidade do Rio de Janeiro. Esse relatório pode servir de base para a tomada de decisão no sistema de transporte do Rio de Janeiro;
- Adaptar o IQR para outras cidades, obtendo uma comparação do transporte público da cidade do Rio de Janeiro com outras cidades, observando exemplos de qualidade e cidades que precisam de melhorias;
- Construção de uma aplicação que mostre como está a distribuição em tempo real, permitindo que as empresas tomem as decisões necessárias para manter a qualidade do sistema.

Bibliografia

- [1] Índice do moovit sobre o transporte público. https://moovitapp.com/insights/pt-br/Moovit_Insights_%C3%8Dndice_sobre_o_Transporte_P%C3%BAblico_Brasil_Rio_de_Janeiro-322?utm_source=seo_pages. Accessed: 2018-05-05.
- [2] The best and worst cities for commuting. https://www.expertmarket.co.uk/focus/best-and-worst-cities-for-commuting. Accessed: 2018-08-04.
- [3] LIMA ALBUQUERQUE ALVES, D., V. *Um algoritmo para definir o sentido de Ônibus*. Dissertação de M.Sc., PPGI/UNIRIO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2016.
- [4] VUCHIC, V. R., *Urban Transit Systems and Technology*. 1 ed. Canada, John Wiley & Sons, 2007.
- [5] BORGES, R. C. N. Definição de transporte coletivo urbano.
- [6] Movimento de passageiros segundo os transportes rodoviário, ferroviário, hidroviário e aeroviário no município do rio de janeiro entre 1995-2016. http://www.data.rio/datasets/ba43f56be6414af281c30907829a3005. Accessed: 2018-05-05.
- [7] Panorama rio de janeiro, ibge. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama. Accessed: 2018-08-05.
- [8] Cost of living in rio de janeiro. https://www.numbeo.com/cost-of-living/in/Rio-De-Janeiro. Accessed: 2018-08-05.
- [9] Dado | michaelis on-line. http://michaelis.uol.com.br/busca?id=1B5P. Accessed: 2018-08-13.
- [10] The open definition. https://opendefinition.org/. Accessed: 2018-05-05.

BIBLIOGRAFIA 33

[11] Open definition 2.1. https://opendefinition.org/od/2.1/en/. Accessed: 2018-05-05.

[12] Orçamento federal - orçamento fiscal e da seguridade social. http://dados.gov.br/dataset/orcamento-federal. Accessed: 2018-08-15.