



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS – UMA ANÁLISE DA
FERRAMENTA POWER BI**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aluna: Vanessa Vieira da Conceição
Orientador: Robson do Nascimento Fidalgo

Recife
2021

VANESSA VIEIRA DA CONCEIÇÃO

**VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS – UMA ANÁLISE DA
FERRAMENTA POWER BI**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado no curso de Bacharelado
em Sistemas de Informação do Centro
de Informática da Universidade Federal
de Pernambuco como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em
Sistemas de Informação.**

**Orientador: Robson do
Nascimento Fidalgo.**

RECIFE

2021

Este trabalho é dedicado à minha mãe, aos meus professores, amigos, colegas de curso e colegas de trabalho, que contribuíram direta ou indiretamente na minha trajetória acadêmica ou profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre me ajuda nos momentos mais difíceis. À minha mãe, Paula, por ter me apoiado mesmo com todas as dificuldades da vida. Aos meus amigos, por todo apoio moral, especialmente a Gabriel, Mariana, que além de amigos são colegas de curso, e a Tamiris, que foi minha colega de pré-vestibular e atualmente também é estudante da UFPE, por ouvirem meus desabafos sobre o TCC e outros projetos. A todos os meus colegas de curso, os que participaram das minhas equipes nos projetos e os que não participaram, mas que sempre nos ajudávamos de alguma forma. Aos meus colegas de trabalho da Avanade, pelas trocas de experiências. A todos os professores do CIn, que são incríveis. Agradeço especialmente ao professor Alex Sandro Gomes, meu orientador do projeto BIA (Bolsa de Incentivo Acadêmico) e à professora Carla Silva, minha orientadora do PIBIC. Ao meu orientador Robson Fidalgo, por todo o apoio prestado durante a elaboração deste trabalho. Ao avaliador deste trabalho, professor Adiel Filho, por ter aceitado o convite para fazer a avaliação.

VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS – UMA ANÁLISE DA FERRAMENTA POWER BI

RESUMO

Nos dias atuais há uma produção enorme de dados, e grande parte desses dados está relacionada com atributos geográficos, que se analisados de forma correta e com a utilização de boas ferramentas e visualizações, podem trazer informações valiosas para diversas áreas como marketing, logística, recrutamento e seleção, distribuição de água e energia elétrica, educação, produção de alimentos, distribuição de leitos e de vacinas, dentre outras. Este trabalho pretende fazer uma análise do Power BI, que é uma das ferramentas de *self-service BI* mais utilizadas para análise gráfica de dados, incluindo dados geográficos. Será utilizada uma base de dados do site Moovit, com dados de itinerários de linhas de ônibus da Região Metropolitana do Recife. Será verificada a aderência do Power BI às seguintes técnicas de visualização de dados geográficos: Mapa coroplético, Mapa de formas, mapa de calor, mapa de pontos, marcadores agrupados, cartograma, mapa de bolhas e mapa de fluxos. Também será avaliada a aderência aos alguns operadores de interação: navegação (contexto e foco), a seleção (realce, remoção e alteração de dados e seleção condicional), a filtros e a conexão (*brushing and linking*).

Palavras-chave: Geolocalização, Análise de dados, Visualização de dados, Dados geográficos, Dados geoespaciais, Mapas, Power BI, Business Intelligence

VIEWING GEOGRAPHIC DATA - A POWER BI TOOL ANALYSIS

ABSTRACT

Nowadays there is a huge production of data, and much of this data is related to geographic attributes, which if analyzed correctly and with the use of good tools and visualizations, can bring valuable information to various areas such as marketing, logistics, recruitment and selection, distribution of water and electricity, education, food production, distribution of hospital beds and vaccines, among others. This work intends to analyze Power BI, which is one of the most used self-service BI tools for graphical analysis of data, including geographic data. A database from the Moovit website will be used, with data on bus routes in the Metropolitan Region of Recife. Power BI's adherence to the following geographic data visualization techniques will be verified: choropleth map, shape map, heat map, dot map, grouped markers, cartogram, bubble map and flow map. Adherence to some interaction operators will also be evaluated: navigation (context and focus), selection (highlighting, removing and changing data and conditional selection), filters and connection (brushing and linking).

Keywords: Geolocation, Data Analysis, Data Visualization, Geographic Data, Geospatial Data, Maps, Power BI, Business Intelligence

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-1 – QUADRANTE MÁGICO PARA PLATAFORMAS DE <i>ANALYTICS</i> E <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>	7
FIGURA 3-1 - RELACIONAMENTOS ENTRE TABELA COM DADOS DOS ÔNIBUS E COM A POPULAÇÃO DA RMR	12
FIGURA 3-2 - MAPA COROPLÉTICO - ERRO AO INSERIR APENAS LATITUDE E LONGITUDE....	14
FIGURA 3-3 - MAPA COROPLÉTICO: CRIAÇÃO E PREENCHIMENTO DOS CAMPOS.....	14
FIGURA 3-4 - MAPA COROPLÉTICO: DEFINIÇÃO DE CORES	15
FIGURA 3-5 - MAPA COROPLÉTICO: HIERARQUIA DE CIDADES	16
FIGURA 3-6 - MAPA COROPLÉTICO: HIERARQUIA DE BAIRROS	16
FIGURA 3-7 - MAPA COROPLÉTICO - ERRO AO FAZER DRILL DOWN APÓS PREENCHER LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS	17
FIGURA 3-8 - MAPA COROPLÉTICO: HIERARQUIA DE BAIRROS COM ZOOM EM RECIFE	17
FIGURA 3-9 - MAPA DE CALOR: CRIAÇÃO E PREENCHIMENTO DOS CAMPOS	18
FIGURA 3-10 - MAPA DE CALOR: ATIVAÇÃO DA FUNCIONALIDADE	19
FIGURA 3-11 - MAPA DE CALOR: ALTERAÇÃO DE CORES	19
FIGURA 3-12 - MAPA DE PONTOS: CRIAÇÃO E PREENCHIMENTO DOS CAMPOS.....	20
FIGURA 3-13 - MAPA DE PONTOS: CONFIGURAÇÃO DO TIPO DE MAPA	20
FIGURA 3-14 - MAPA DE PONTOS: PREENCHIMENTO DE LEGENDA.....	21
FIGURA 3-15 - MAPA DE PONTOS: CONFIGURAÇÃO DE CORES	21
FIGURA 3-16 - MAPA DE PONTOS - TOOLTIP	22
FIGURA 3-17 - MARCADORES AGRUPADOS: CRIAÇÃO	23
FIGURA 3-18- MARCADORES AGRUPADOS: PREENCHIMENTO DOS CAMPOS	24
FIGURA 3-19 - MARCADORES AGRUPADOS: PREENCHIMENTO DE TOKEN	24
FIGURA 3-20 - MARCADORES AGRUPADOS: CONFIGURAÇÃO DO TIPO DE MAPA.....	25
FIGURA 3-21 - MARCADORES AGRUPADOS: ALTERAÇÃO DE CORES.....	25
FIGURA 3-22 - MARCADORES AGRUPADOS: DIFERENÇA DE FUNÇÕES COUNT E MAXIMUM	26
FIGURA 3-23 - MARCADORES AGRUPADOS: COMPARAÇÃO DE FOCALIZAÇÃO.....	27
FIGURA 3-24 - MARCADORES AGRUPADOS: BARRA DE PESQUISA	27
FIGURA 3-25 - MAPA DE BOLHAS: CRIAÇÃO E PREENCHIMENTO DOS CAMPOS	28
FIGURA 3-26 - MAPA DE BOLHAS: CONFIGURAÇÃO DE TAMANHO	29
FIGURA 3-27 - MAPA DE BOLHAS: EXEMPLO DE QUANTIDADE DE LINHAS DE ÔNIBUS	29
FIGURA 3-28 - MAPA DE BOLHAS: EXEMPLO DE QUANTIDADE DE LINHAS DE ÔNIBUS (2).....	30
FIGURA 3-29 - CARTOGRAMA: ERRO NA IMPORTAÇÃO DE ARQUIVO JSON	31
FIGURA 3-30 - DRILLDOWN CARTOGRAM	31
FIGURA 3-31- MAPA DE ROTAS: CRIAÇÃO E PREENCHIMENTO DOS CAMPOS	32
FIGURA 3-32 - MAPA DE ROTAS - TOOLTIP	33
FIGURA 3-33 - OPERADORES DE NAVEGAÇÃO: MODO CONTEXTO.....	34
FIGURA 3-34 - OPERADORES DE NAVEGAÇÃO: MODO FOCO	35
FIGURA 3-35 - OPERADORES DE SELEÇÃO: REALCE	36
FIGURA 3-36 - OPERADORES DE SELEÇÃO: REMOVENDO BOLHA DE MAPA DE BOLHAS.....	36
FIGURA 3-37 - OPERADORES DE SELEÇÃO: MAPA APÓS REMOÇÃO.....	37
FIGURA 3-38 - OPERADORES DE SELEÇÃO: REMOVENDO CIDADE DE MAPA COROPLÉTICO.....	37
FIGURA 3-39 - OPERADORES DE SELEÇÃO: MAPA COROPLÉTICO APÓS REMOÇÃO DE CIDADE	38
FIGURA 3-40 - SELEÇÃO CONDICIONAL	39

FIGURA 3-41 - OPERADORES DE FILTRAGEM: SLICER	40
FIGURA 3-42 - OPERADORES DE FILTRAGEM: EXEMPLO 1	40
FIGURA 3-43 - OPERADORES DE FILTRAGEM: EXEMPLO 2	41
FIGURA 3-44 - OPERADORES DE CONEXÃO: MAPA FILTRANDO TABELA	42
FIGURA 3-45 - OPERADORES DE CONEXÃO: TABELA FILTRANDO MAPA	42
FIGURA 3-46 - OPERADORES DE CONEXÃO: MAPA COROPLÉTICO E GRÁFICOS, SEM SELEÇÃO	43
FIGURA 3-47 - OPERADORES DE CONEXÃO: SELEÇÃO DE PONTO DO GRÁFICO DE DISPERSÃO	44
FIGURA 3-48 - OPERADORES DE CONEXÃO: SELEÇÃO DE CIDADE NO MAPA E GRÁFICO DE BARRAS COM INTERATIVIDADE CONFIGURADA PARA REALCE	44
FIGURA 3-49 - OPERADORES DE CONEXÃO: SELEÇÃO DE CIDADE NO MAPA E GRÁFICO DE BARRAS COM INTERATIVIDADE CONFIGURADA PARA FILTRAGEM	45
FIGURA 3-50 - OPERADORES DE CONEXÃO: SELEÇÃO DE TRÊS CIDADES	46
FIGURA 4-1 - ANÁLISE DO MAPA DE FLUXOS / ROTAS	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESULTADOS DAS TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO	47
TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE PROBLEMAS DE USABILIDADE	47
TABELA 3 - RESULTADOS DOS OPERADORES DE INTERAÇÃO	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	JUSTIFICATIVA	6
1.2	OBJETIVOS	7
1.3	METODOLOGIA.....	7
1.4	ESTRUTURA	8
2	ANÁLISE E VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS.....	9
3	VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS COM POWER BI.....	11
3.1	BASE DE DADOS UTILIZADA.....	11
3.2	FERRAMENTA UTILIZADA	12
3.3	TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS E A CRIAÇÃO DOS MAPAS NO POWER BI.....	13
3.3.1	Mapa coroplético (<i>Choropleth map</i>)	13
3.3.2	Mapa de calor (<i>Heat map</i>).....	18
3.3.3	Mapa de pontos (<i>Dot map</i>).....	19
3.3.4	Marcadores agrupados (<i>Cluster Markers</i>).....	23
3.3.5	Mapa de bolhas (<i>Bubble map</i>)	28
3.3.6	Cartograma (<i>Cartogram</i>)	30
3.3.7	Mapa de fluxos / rotas (<i>Flow map / Route map</i>).....	31
3.4	ANÁLISE DOS OPERADORES DE INTERAÇÃO NO POWER BI	33
3.4.1	Navegação: contexto (perspectiva geral) e foco (visão detalhada)	33
3.4.2	Seleção: realce, remoção e alteração de dados, seleção condicional	35
3.4.3	Filtragem	39
3.4.4	Conexão.....	41
4	RESULTADOS.....	47
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

Dados geoespaciais estão presentes em vários contextos da sociedade e a análise desses dados é importante para entender questões socioeconômicas e ambientais através da análise de padrões desses dados. Através desse conhecimento é possível criar estratégias direcionadas para cada região.

Para a visualização de dados em mapas ser feita de forma amigável, é necessário que sejam possíveis ações básicas, como focalizar uma região, percorrer o mapa, filtrar informações, alterar a cor, o tamanho dos dados e o estilo da visualização, por exemplo. Há diversas maneiras possíveis para visualizar e analisar dados geográficos, porém, nem todas disponibilizam essa interatividade e personalização, e nem todas têm suporte para análise de dados multivariados.

1.1 Justificativa

Dados geográficos podem ser analisados através de tabelas e gráficos, como outros tipos de dados. Porém, a análise feita com técnicas de visualização específicas para esses tipos de dados torna o processo mais intuitivo, pois olhando um mapa é possível ter uma noção de quais pontos são mais distantes da área que está sendo analisada e noção quantitativa de dados importantes, seja através de quantidade ou tamanho de marcação, seja através de cores ou esses e outros aspectos reunidos. Por esses motivos, esse trabalho visa fazer a análise de uma ferramenta que permite a criação de diversos tipos de mapas, que são adequados para diversos tipos de dados geoespaciais.

O Power BI foi escolhido porque a Microsoft, proprietária da ferramenta, foi a ferramenta mais bem posicionada no quadrante de líder do Quadrante Mágico da Gartner (2021) para Plataformas de *Analytics* e *Business Intelligence* (Figura 1-1).

Figura 1-1 – Quadrante Mágico para Plataformas de *Analytics* e *Business Intelligence*



Fonte: ULAG apud Gartner, 2021.

1.2 Objetivos

Objetivo geral:

Verificar a aderência do Power BI para as principais técnicas de visualização de dados geográficos e para os operadores de interação, listados por Signoretti (2018).

Objetivos específicos:

- Verificar se o Power BI dá suporte à criação dos tipos de mapa listados;
- Verificar o funcionamento dos operadores de interação no Power BI.

1.3 Metodologia

Primeiro foram analisadas as técnicas de visualização de dados geográficos listadas na revisão sistemática da literatura feita por Signoretti (2018), para que

através disso pudesse ser feita a escolha de uma base de dados apropriada para testar todos esses tipos de técnicas. A base escolhida foi a de itinerários de ônibus da Região Metropolitana do Recife, extraída do site do Moovit através da técnica de *webscrapping*. Após a escolha da base de dados foram realizados tratamentos de dados utilizando a biblioteca Python chamada Pandas e foi utilizada a técnica de geocodificação para obtenção de latitude e longitude, e geocodificação reversa, para descobrir a cidade e bairro correspondente ao endereço. Após a base de dados ficar pronta, o arquivo com os dados foi importado para o Power BI e cada mapa foi construído utilizando esses dados. Durante a escolha dos mapas foram priorizados os que são nativos do Power BI, e nos casos que esses visuais de mapas não supriam a necessidade foi feita o uso de mapas do AppSource. Após a construção e detalhamento das técnicas de visualização foram analisados os operadores de interação, utilizando mapas já construídos para a outra análise.

1.4 Estrutura

A seção 2 fala sobre a análise de dados geográficos e explica que ferramentas de *self-service BI* podem ser utilizadas para esta análise. A seção 3 fala sobre o experimento que foi realizado para verificação da aderência do Power BI às principais técnicas de visualização de dados; primeiro fala sobre a base de dados utilizada e como foi feita a extração e transformação dos dados, depois fala sobre o Power BI depois explica o passo-a-passo da criação dos mapas analisados e após analisa o funcionamento dos operadores de interação na ferramenta. A seção 4 discute os resultados do experimento realizado na seção 3.

2 ANÁLISE E VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS

Para analisar dados geográficos geralmente são usados Sistemas de Informações Geográficas e os softwares de análises estatísticas (SU; HONG, 2015). Porém, grandes quantidades de dados geoespaciais são multidimensionais, dinâmicos, e têm variação de tempo, o que torna difícil para o Sistema de Informação Geográfica (SIG) processar os dados de forma amigável. Softwares de análise estatística possuem métodos gráficos que dão suporte a dados multivariados, entretanto têm uma limitação para a visualização de informações geográficas complexas (ZOU, 2018).

Signoretti (2018) fala sobre diversos tipos de mapas, operadores de interação e faz uma revisão sistemática da literatura; nos trabalhos selecionados há vários frameworks e ferramentas criadas para visualização de dados multivariados. O autor contabiliza quais técnicas de visualização geoespacial estão sendo utilizadas para apresentar dados multivariados, quais operadores de interação estão sendo utilizados e os contextos de aplicação. No final ele propõe e desenvolve um novo modelo para análise visual de dados geográficos e multivariados, no qual pode haver interação de um mapa com outros visuais, como gráficos, e que permite a visualização de vários atributos simultaneamente. No modelo é possível a utilização de filtros e interação com os dados. O modelo é aplicável para diversos conjuntos de dados.

Szewrański et. al. (2017) fez uma análise do ArcGIS, que é um Sistema de Informação Geográfica (SIG), combinado com o Tableau, que é uma ferramenta de *self-service BI* e chegou à conclusão de que houve melhoria da visualização no mapa por meio da análise quantitativa de dados tabulares, facilitação da visualização dos resultados e melhoria da comunicação. O Power BI também tem integração com o ArcGIS, porém o visual do ArcGIS não foi utilizado para construção de nenhum dos mapas deste trabalho.

Segundo o Gartner Glossary ([201-?]),

“Análise e inteligência de negócios (ABI) é um termo abrangente que inclui os aplicativos, infraestrutura e ferramentas, e as melhores práticas que permitem o acesso e a análise das informações para melhorar e otimizar as decisões e o desempenho.” (tradução nossa).

Ferramentas de *self-service BI* (SSBI) facilitam o acesso aos dados de origem, à personalização de interfaces e à implantação mais rápidas, possibilitando a independência de usuários não especialista em tecnologia da informação. Foram criadas para atender a demanda de informações e análises e acelerar o tempo de obtenção de valor de negócio. A facilidade de uso e a disponibilização de informações são fatores essenciais para que um ambiente de SSBI seja funcional. (IMHOFF; WHITE, 2011). De acordo com Lousa, Pedrosa e Bernardino (2019), o uso de ferramentas de *Business Intelligence* para visualização de dados além de mudar a perspectiva do analista também o motiva, pelo fato do cérebro ser mais receptivo a imagens e gráficos que a números e textos.

3 VISUALIZAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS COM POWER BI

O tema visualização de dados geoespaciais com ferramentas de *self-service BI* ainda é pouco abordado. O trabalho encontrado foi o de Szewrański et. al. (2017), onde ele analisa o Tableau com o ArcGIS. Neste trabalho, é utilizado o Power BI e várias funcionalidades existentes na ferramenta para montar diversos tipos de visualização dos dados geográficos escolhidos.

3.1 Base de dados utilizada

Foi feita uma extração do site Moovit (2021) dos dados de itinerários dos ônibus da Região Metropolitana do Recife. Foram realizados tratamentos de dados e foi utilizada a técnica de geocodificação para obtenção de latitude e longitude, e geocodificação reversa, para descobrir a cidade e bairro correspondente ao endereço. Alguns endereços tiveram problemas na geocodificação, por esse motivo, algumas cidades e bairros ficaram sem dados ou com quantidade reduzida. A base de dados que foi gerada para trabalho está disponível no Github através do link: <https://github.com/VanessaVieiraVV/tcc>.

Diversas manipulações foram feitas utilizando a linguagem de programação Python. A biblioteca Geopandas foi utilizada para obtenção das coordenadas geográficas. A biblioteca Pandas foi utilizada para limpeza e transformação dos dados, como por exemplo, a transformação das coordenadas obtidas através da biblioteca Geopandas em duas colunas: uma de latitude e outra de longitude, que foram usados para a técnica de *geocode* reverso com a biblioteca Geopy.

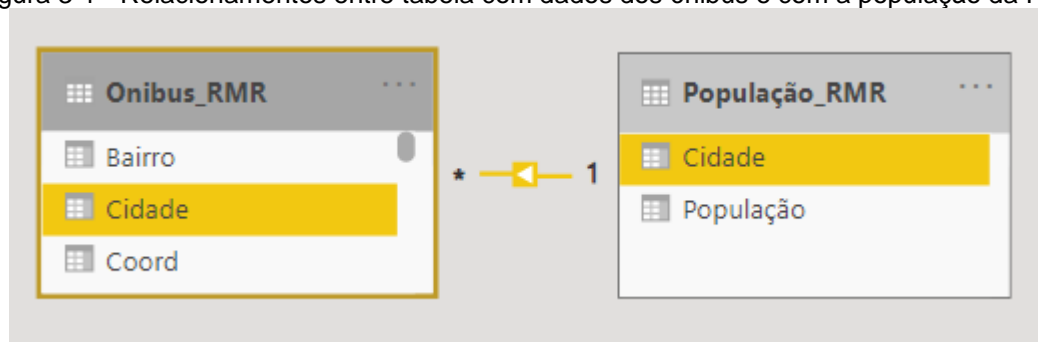
Geocodificação é uma técnica que atribui um par de coordenadas geográficas com base em um endereço, que pode ser composto de nome de rua, bairro, cidade, etc. Após o processamento é escolhido o par de coordenadas com maior pontuação de correspondência (ZANDBERGEN, 2008). A geocodificação reversa atribui topônimos (nomes que se referem a lugares) a pares de coordenadas (MCKENZIE e JANOWICZ, 2015).

Antes de executar a função de geocodificação foi criado um novo campo de endereço, concatenando o endereço fornecido pelo Moovit com o nome do estado e do país ("Pernambuco, Brasil"), para que as informações fornecidas ao algoritmo

ficassem mais completas para que a acurácia dos resultados fosse maior. Foi necessário reproduzir a técnica de geocodificação reversa porque ao fazer a extração do site do Moovit, alguns dos endereços vieram apenas com o nome da rua ou o nome do terminal de ônibus. Alguns vieram com o nome da cidade, mas nenhum veio com o nome do bairro, e para alguns mapas criados no Power BI foi necessário usar o campo de bairro, para mostrar uma informação mais precisa.

Foi criada uma tabela com o nome de cada cidade da Região Metropolitana do Recife e sua respectiva população, baseada nos dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010), que é o mais recente atualmente. A coluna com o nome da cidade foi utilizada para criar um relacionamento de 1 para N entre a tabela com os valores da população da RMR e a tabela com os dados de Itinerários de Ônibus da RMR (Figura 3-1).

Figura 3-1 - Relacionamentos entre tabela com dados dos ônibus e com a população da RMR



3.2 Ferramenta utilizada

O Power BI é uma ferramenta de *self-service BI* na qual é possível construir relatórios e dashboards com diversos tipos de visuais, como gráficos, cards, tabelas, matrizes e mapas, que são os tipos de visuais que iremos analisar neste trabalho. Os cálculos na ferramenta são feitos utilizando a linguagem DAX (*Data Analysis Expressions*). Para extração, transformação e carga de dados, o Power BI usa o Power Query, que por sua vez utiliza a Linguagem M para o processo de transformação dos dados.

3.3 Técnicas de visualização de dados geográficos e a criação dos mapas no Power BI

A escolha das técnicas de visualização analisadas neste trabalho foi baseada nas técnicas listadas na revisão sistemática da literatura feita por Signoretti (2018). O autor propõe sete tipos de mapa: mapa coroplético, mapa de calor, mapa de pontos, marcadores agrupados, mapa de bolhas, cartograma e mapa de fluxos.

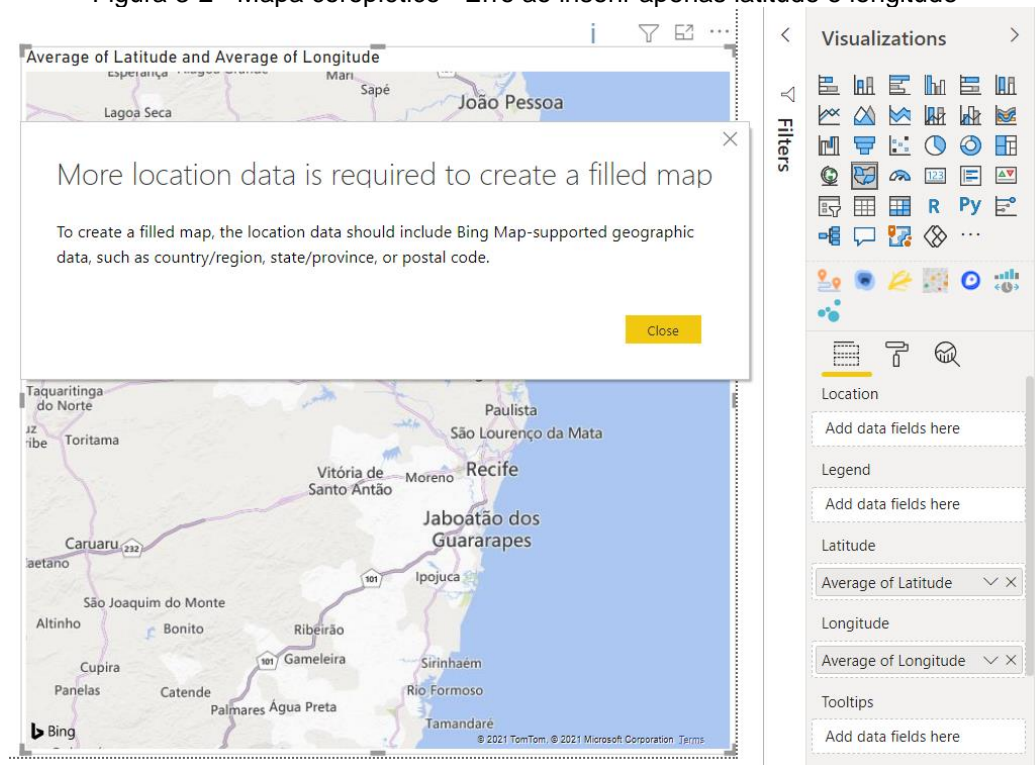
Os visuais padrão do Power BI foram priorizados para a construção dos mapas. Porém não foi possível usá-los em todos os casos, portanto foi necessário importar alguns visuais no *AppSource*, que só é possível acessar usando uma conta organizacional.

Para que o reconhecimento de região de mapa seja mais preciso, é recomendável categorizar cada campo de dados correspondente à localização como país, estado ou província, cidade e bairro ou local e depois, além de incluir na parte de Localização dos mapas que tem esse campo os dados que irão ser mostrados no mapa, outros dados de localização para ficar mais clara a hierarquia, e assim diminuir o risco de determinado bairro, cidade ou outro local ser identificado como sendo de uma região incorreta.

3.3.1 Mapa coroplético (*Choropleth map*)

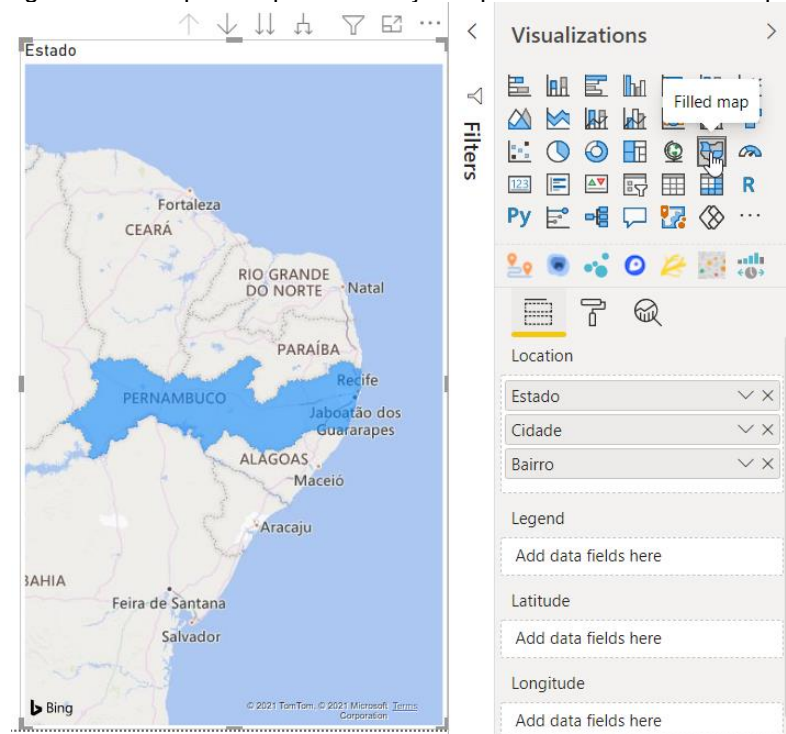
Nesse tipo de mapa é possível visualizar as áreas com cores variadas e com saturação de acordo com os valores escolhidos, que seja correspondente à região (SIGNORETTI, 2018). Para construir o mapa coroplético foi utilizado o visual “Mapa coroplético” (em inglês o nome é *Filled map*), que é nativo do Power BI. Esse tipo de visual precisa de campos de localização como país, estado, cidade e bairro, pois usa o mapa do Bing, que também é da Microsoft, para encontrar as localizações e colorir as regiões correspondentes. Ao preencher apenas o campo de latitude e longitude com os respectivos dados, é apresentado o erro mostrado na Figura 3-2.

Figura 3-2 - Mapa coroplético - Erro ao inserir apenas latitude e longitude



Os campos Estado, Cidade e Bairro foram escolhidos para compor a localização (Figura 3-3). Quando o campo de País estava selecionado, não foi possível fazer *drill down* até a hierarquia de bairro.

Figura 3-3 - Mapa coroplético: criação e preenchimento dos campos



A configuração de escala de cores foi alterada no menu “*Format / Data colors / Default color / fx*” para que as regiões com mais linhas de ônibus ficassem em vermelho e as regiões com menos linhas em amarelo (Figura 3-4).

Figura 3-4 - Mapa coroplético: definição de cores

Default color - *Data colors*

Format by
Color scale

Based on field
Count of Nome da linha

Summarization
Count (Distinct)

Default formatting
As zero

Minimum
Lowest value

Center
Middle value

Maximum
Highest value

Diverging

Learn more

OK Cancel

Visualizations

Search

Data colors

Show all
Off

Default color
fx

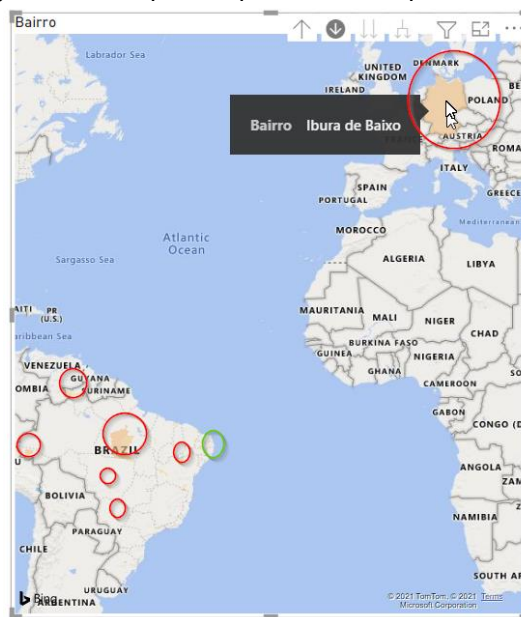
Revert to default

Foi feito um *drill down* para Cidade (Figura 3-5) e para Bairro para mostrar a variação das cores dos dados. Ao fazer o *drill down* para a hierarquia de bairro, o mapa identificou a localização de alguns de forma incorreta, em lugares fora da Região Metropolitana do Recife, fora do estado de Pernambuco e até mesmo fora do país, como mostra a Figura 3-6, na qual alguns exemplos de identificação incorreta foram destacados com um círculo vermelho, e a Região Metropolitana do Recife, que seria a única área onde deveriam aparecer os bairros, foi destacada com um círculo verde.

Figura 3-5 - Mapa coroplético: hierarquia de cidades



Figura 3-6 - Mapa coroplético: hierarquia de bairros

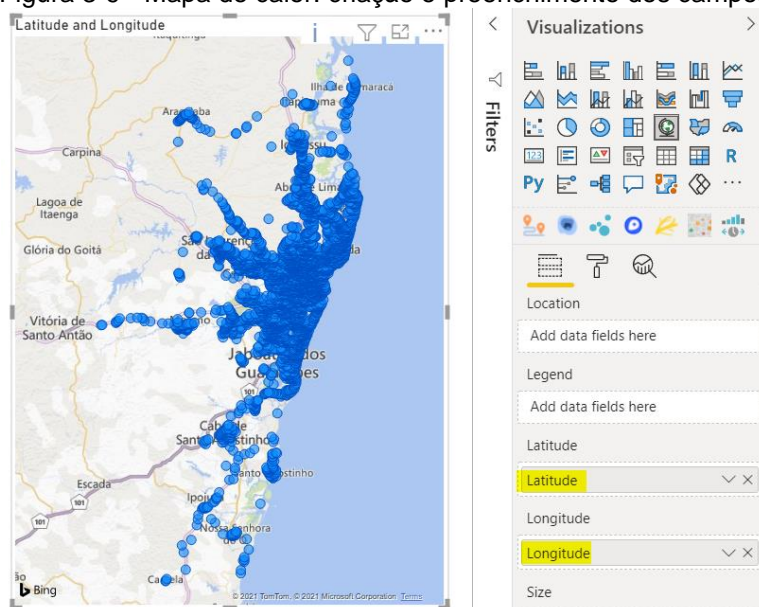


A documentação da Microsoft (CRIAR, 2019) sugere que para resolver problemas de ambiguidade de dados de localização, os campos de latitude e longitude devem ser preenchidos. Para tentar corrigir o problema de identificação de região incorreta, esses campos foram preenchidos também, porém após o preenchimento não foi mais possível fazer *drill down* para a hierarquia de bairro (Figura 3-7).

3.3.2 Mapa de calor (*Heat map*)

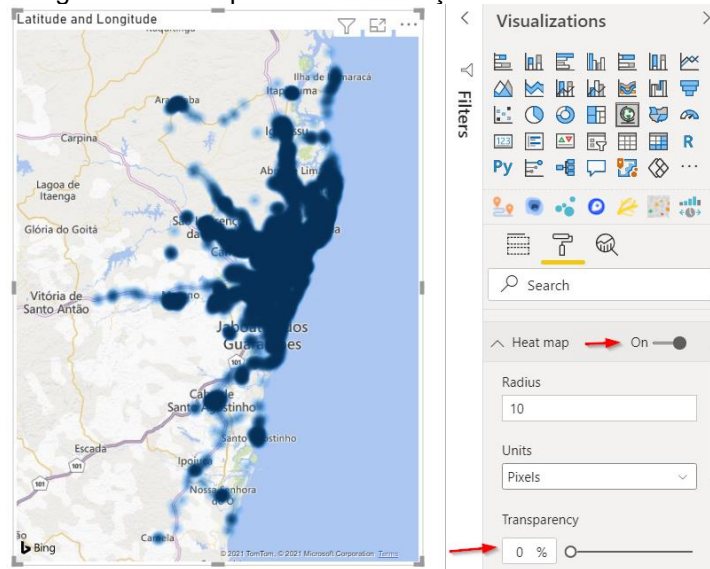
O mapa de calor é adequado para identificar as áreas que tem maior concentração de um determinado atributo (SIGNORETTI, 2018). Neste trabalho, ele será utilizado para avaliar as áreas com maior concentração de linhas de ônibus. Para construção do mapa de calor foi utilizado o visual “Mapa”, que é nativo do Power BI. Para este tipo de mapa é recomendável usar dados das coordenadas geográficas, para que haja mais precisão e dispersão de dados, e por esse motivo os campos de latitude e longitude foram preenchidos com os dados correspondentes (Figura 3-9).

Figura 3-9 - Mapa de calor: criação e preenchimento dos campos



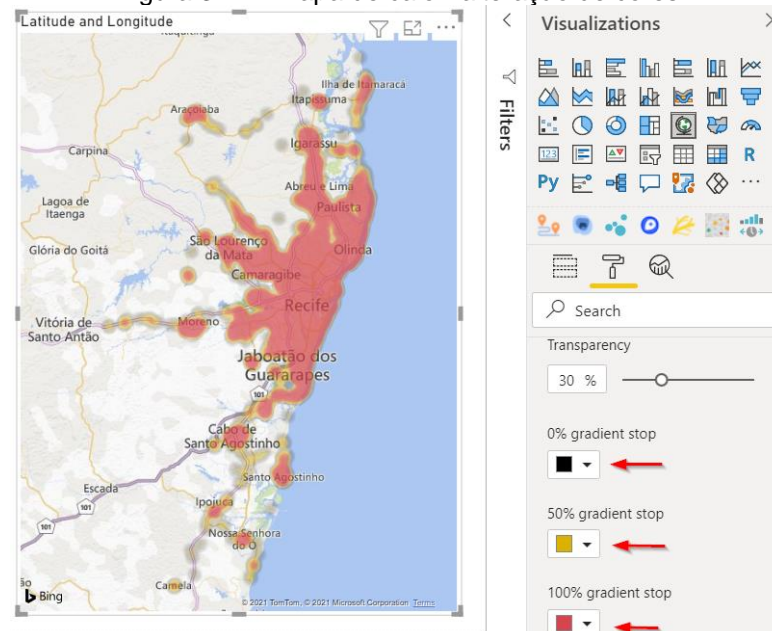
Para que o tipo de mapa fosse alterado, a opção “*Heat map*” do menu Format foi habilitada. As cores ficam sobrepostas aos nomes das cidades, porém é possível alterar o nível de transparência para conseguir visualizá-los (Figura 3-10).

Figura 3-10 - Mapa de calor: ativação da funcionalidade



Também foi feita uma configuração nas cores, para que variassem de acordo com a quantidade de linhas de ônibus, sendo vermelha para alta concentração, amarela para média e preta para baixa (Figura 3-11).

Figura 3-11 - Mapa de calor: alteração de cores

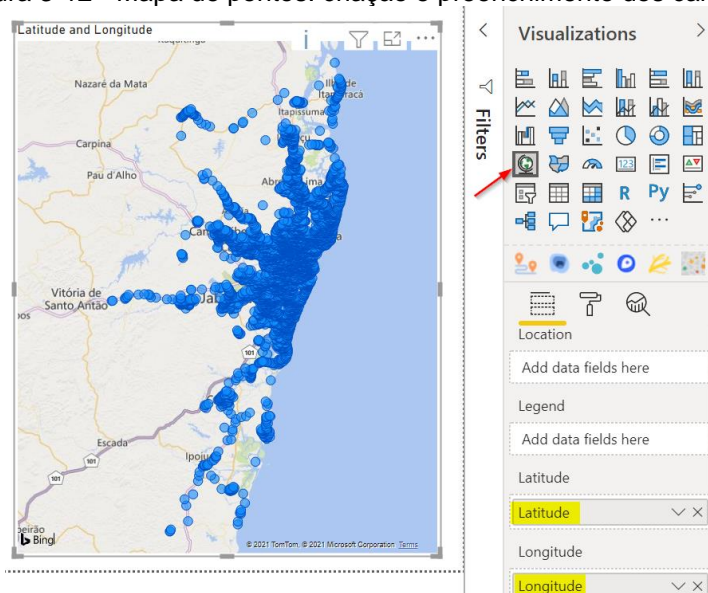


3.3.3 Mapa de pontos (*Dot map*)

Num mapa de pontos, nas áreas onde há maior quantidade de pontos há maior quantidade de dados, possibilitando que o usuário veja a distribuição geográfica dos

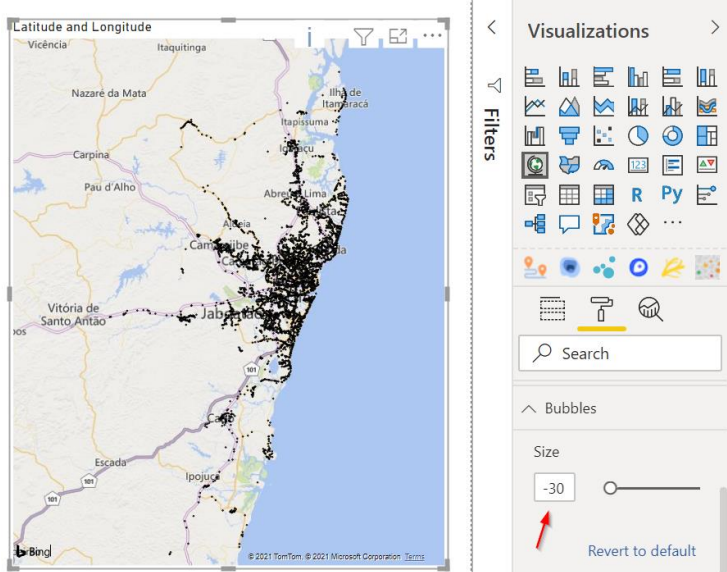
valores (KIMERLING, 2009). Para o mapa de pontos também é importante fornecer dados de latitude e longitude, para que cada ponto seja adicionado num local preciso (SIGNORETTI, 2018). Para construção do mapa foi utilizado o visual “Mapa” do Power BI e informados os campos de latitude e longitude (Figura 3-12).

Figura 3-12 - Mapa de pontos: criação e preenchimento dos campos



A configuração foi alterada para diminuir o tamanho dos círculos, no menu “Format / Bubbles”, já que por padrão se assemelham a bolhas (Figura 3-13).

Figura 3-13 - Mapa de pontos: configuração do tipo de mapa



Para diferenciar as cidades por cor o campo *Legend* foi preenchido com a cidade (Figura 3-14). As cores podem ser alteradas no menu “*Format / Data colors*” (Figura 3-15).

Figura 3-14 - Mapa de pontos: preenchimento de legenda

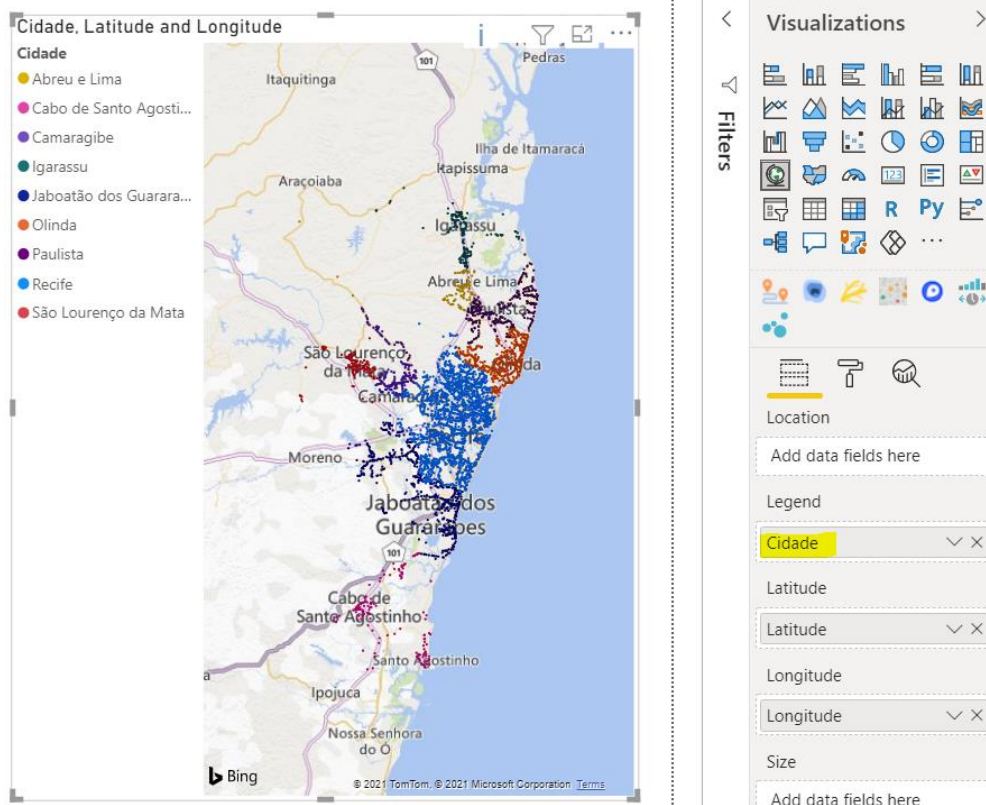
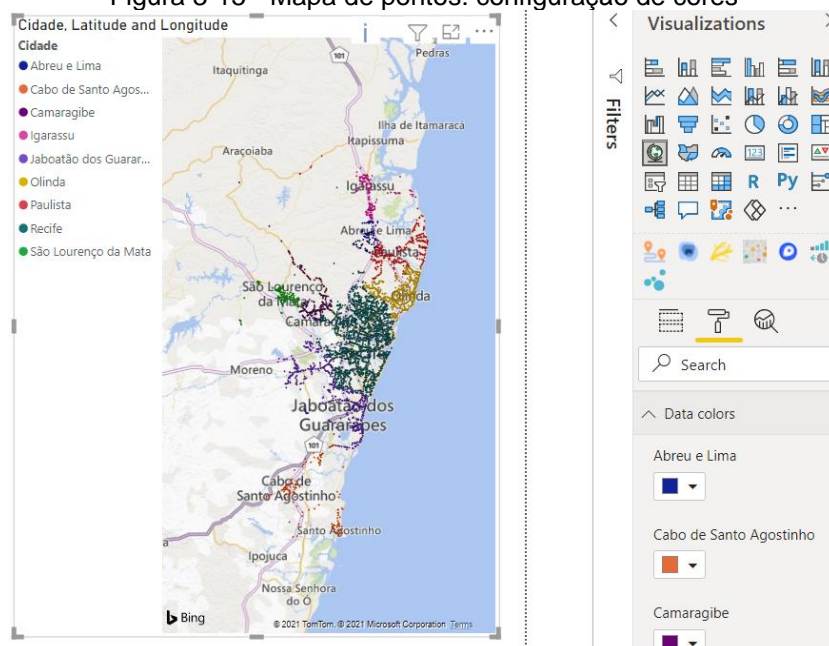
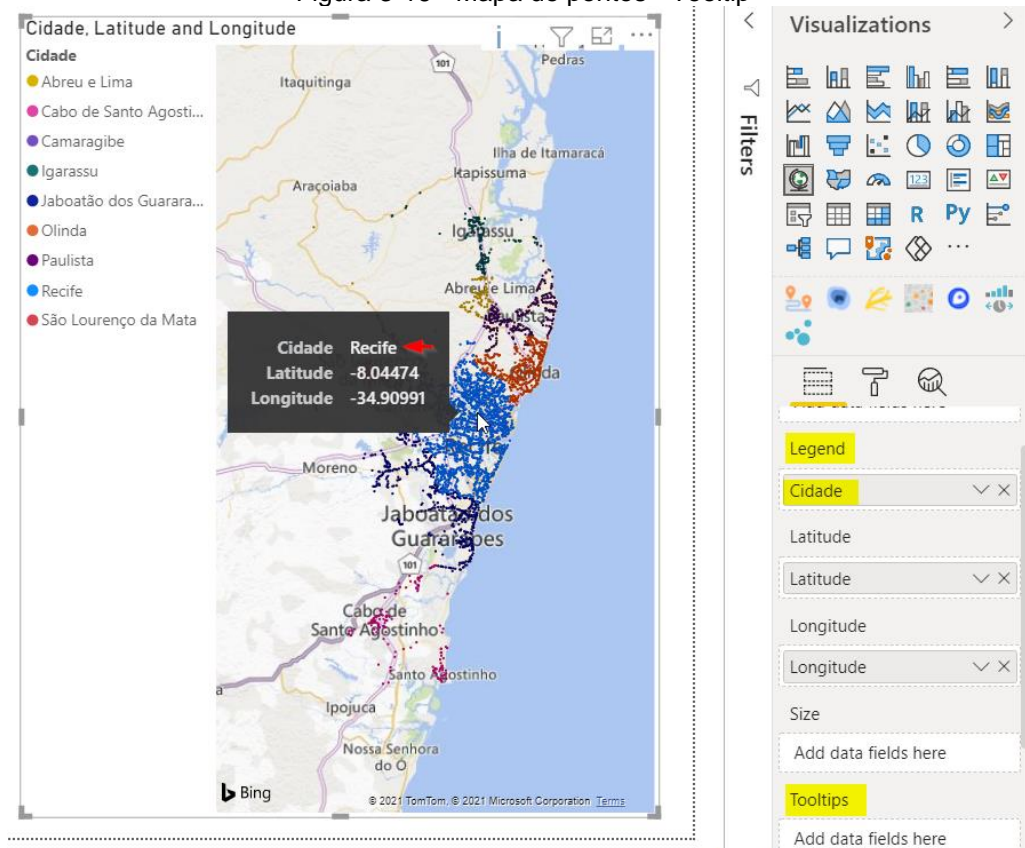


Figura 3-15 - Mapa de pontos: configuração de cores



Nas áreas do mapa onde há grande concentração de dados o nome da cidade ficou totalmente encoberto (como por exemplo a área correspondente à cidade do Recife), ou parcialmente encoberto (como no caso de Olinda, Paulista e Camaragibe). Não há nenhuma configuração disponível para alterar o nível de transparência dos pontos ou para que o nome das cidades apareça na frente dos pontos (o que não é errado, pois isso dificultaria a visualização da concentração de dados na área onde estivesse escrito o nome da cidade). Porém, como o campo de legenda foi preenchido com a Cidade, quando o usuário passa o mouse sobre algum ponto correspondente à cidade de Recife, na tooltip mostra que a cidade é Recife (Figura 3-16). Se o campo de legenda não tivesse sido preenchido com a Cidade, o campo de tooltip poderia ser preenchido, e o resultado seria o mesmo.

Figura 3-16 - Mapa de pontos - Tooltip

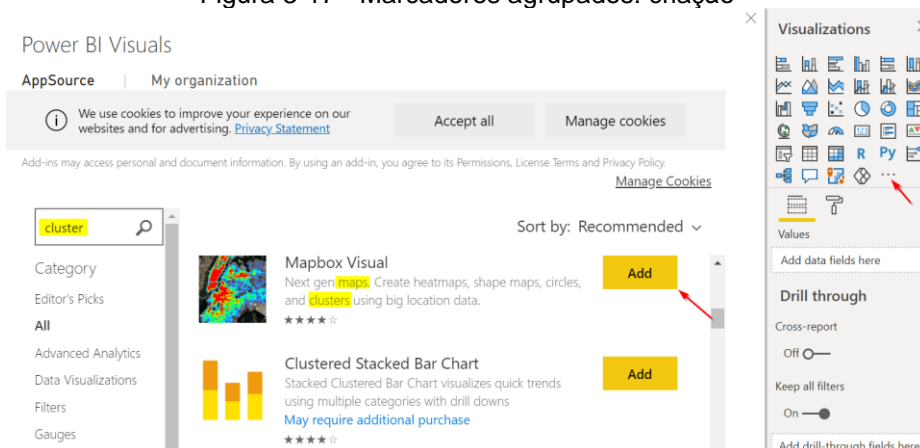


3.3.4 Marcadores agrupados (*Cluster Markers*)

Os marcadores agrupados servem para diminuir a desordem quando o zoom do mapa é diminuído, e conseqüentemente facilita a visualização diminuindo o risco de dados importantes ficarem escondidos, já que não acontece sobreposição de círculos ou qualquer outro tipo de elemento (RAYSSON, 1999). Cada agrupamento é representado por um círculo, e o tamanho desse círculo é proporcional à quantidade de dados presentes nele. Conforme é aplicado um zoom, vão sendo feitos novos agrupamentos e o tamanho dos círculos vai se ajustando (SIGNORETTI, 2018)

Para construção do mapa com marcadores agrupados foi utilizado o visual Mapbox, importado do *AppSource* (Figura 3-17).

Figura 3-17 - Marcadores agrupados: criação



Após preencher o campo *Location* ou o de Latitude ou Longitude é possível clicar num link no *Mapbox* para acessar o site onde é possível obter um token para conseguir usar o mapa. Os campos de latitude e longitude foram os escolhidos para serem preenchidos (Figura 3-18). O token pode ser copiado no campo *Access Token* do menu *Format* (Figura 3-19).

Figura 3-18- Marcadores agrupados: preenchimento dos campos

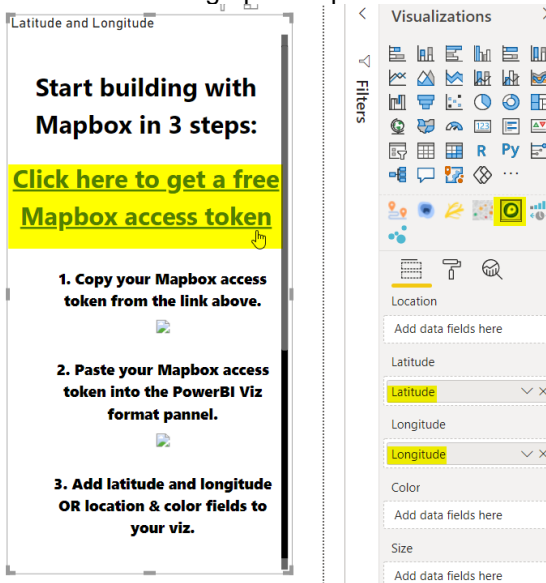
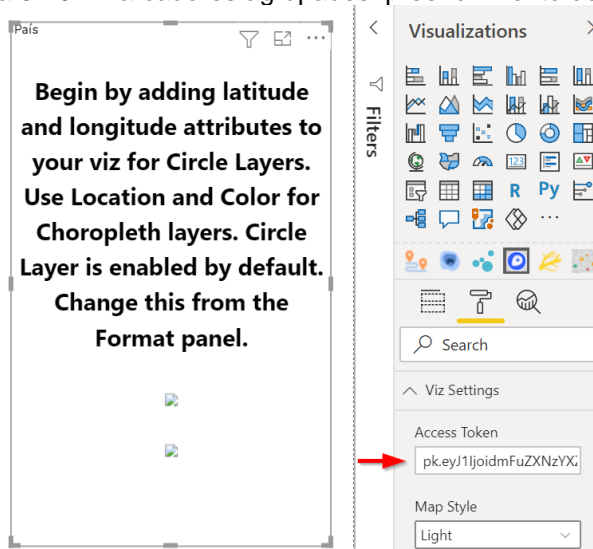
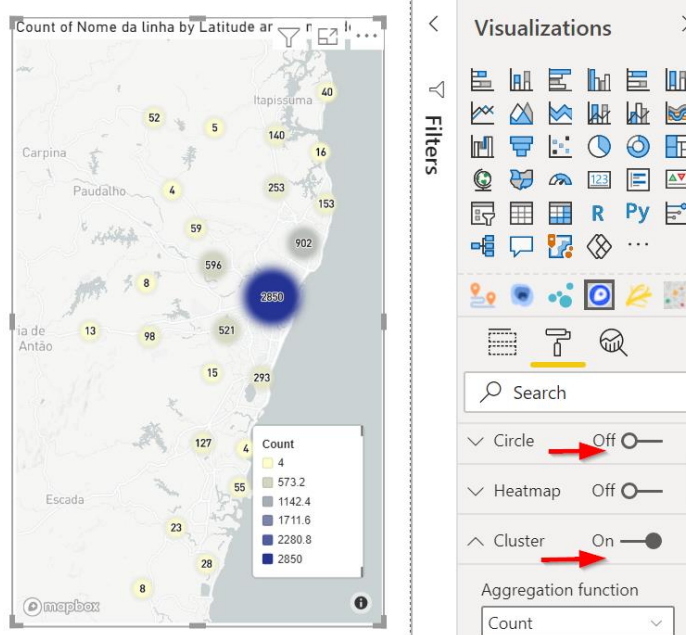


Figura 3-19 - Marcadores agrupados: preenchimento de token



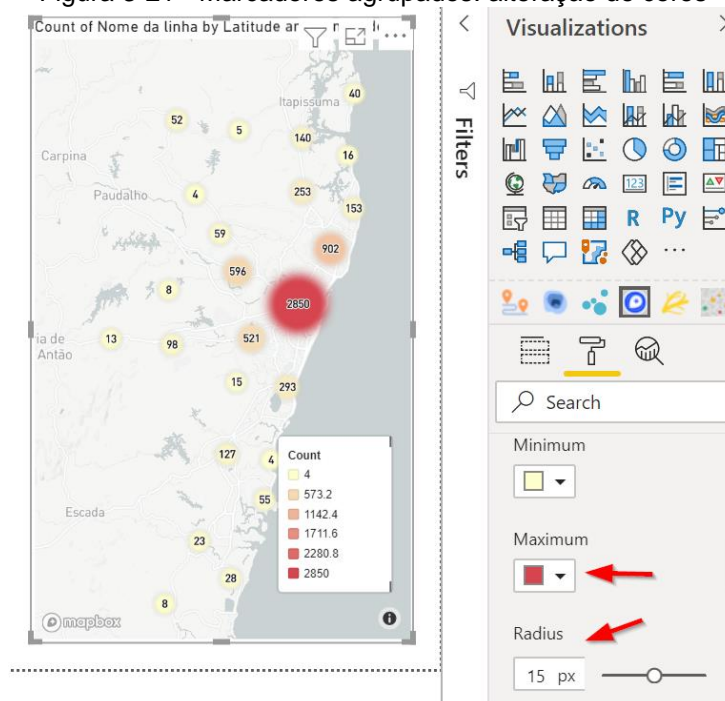
Para transformar esse mapa em mapa de clusters é necessário desabilitar a opção *Circle* do menu *Format* e habilitar a opção *Cluster* (Figura 3-20).

Figura 3-20 - Marcadores agrupados: configuração do tipo de mapa



É possível alterar o tamanho do círculo e as cores mínima e máxima, contudo a cor intermediária é definida automaticamente (Figura 3-21).

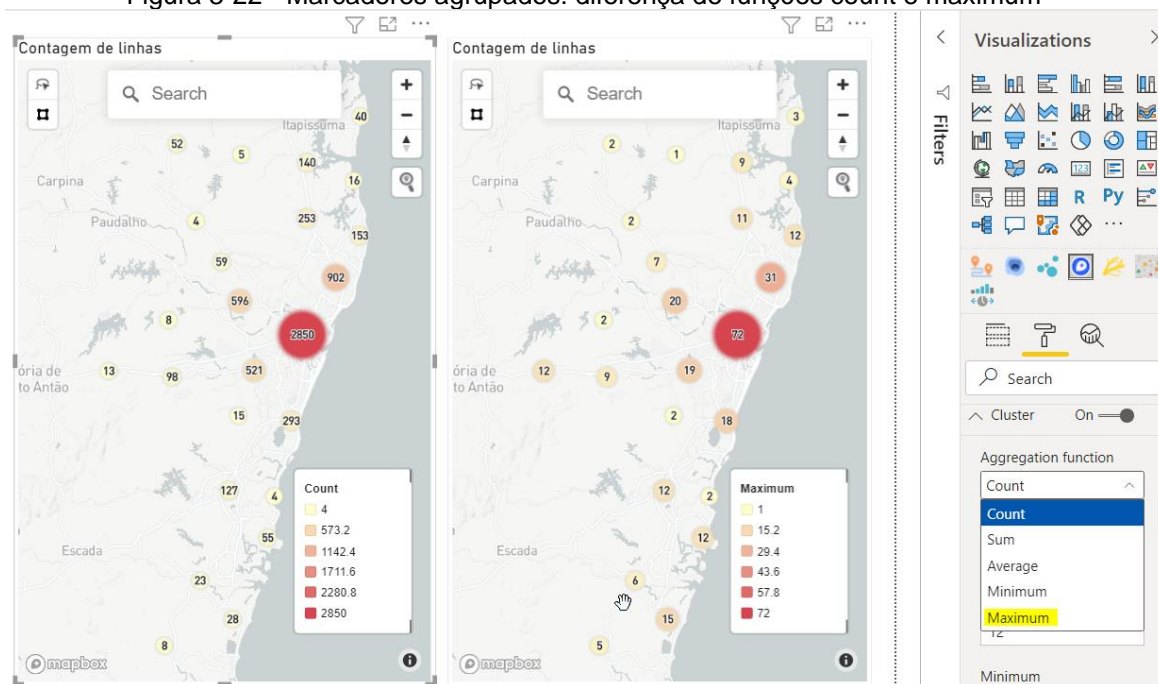
Figura 3-21 - Marcadores agrupados: alteração de cores



A forma de agregação padrão é por contagem, porém não fica muito apropriado para a análise da distribuição de linhas porque os números dentro de cada círculo não

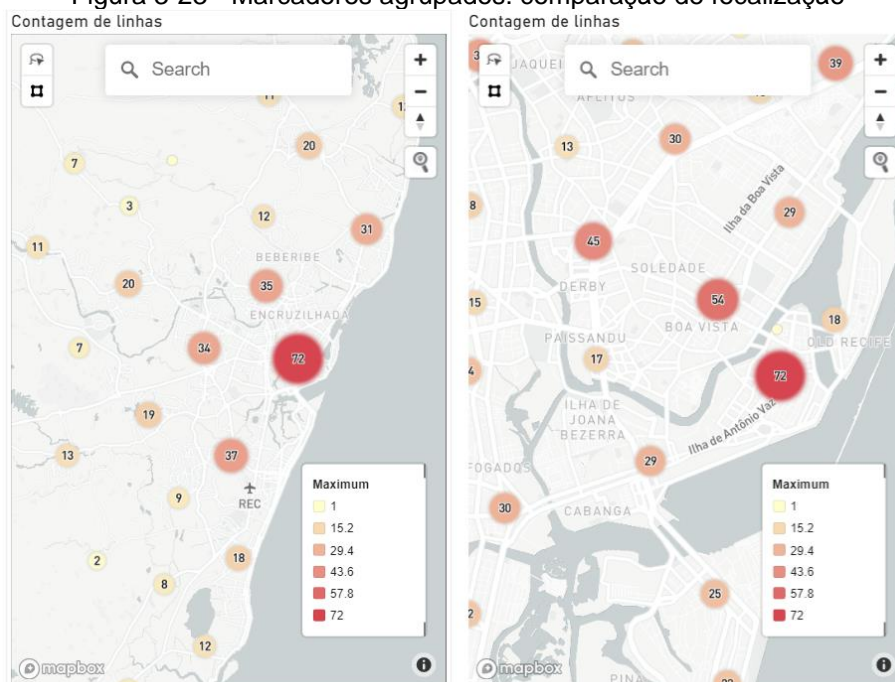
expressam uma informação apropriada, pois acaba considerando todas as linhas da tabela que tenham pares de coordenadas diferentes, mesmo definindo no campo *Cluster* do mapa que a contagem de números de linhas de ônibus deve ser distinta. Para o tipo de análise que precisa ser feita desses dados, a função de agregação mais apropriada é a de máximo. A Figura 3-22 mostra a diferença entre essas funções de agregação.

Figura 3-22 - Marcadores agrupados: diferença de funções count e maximum



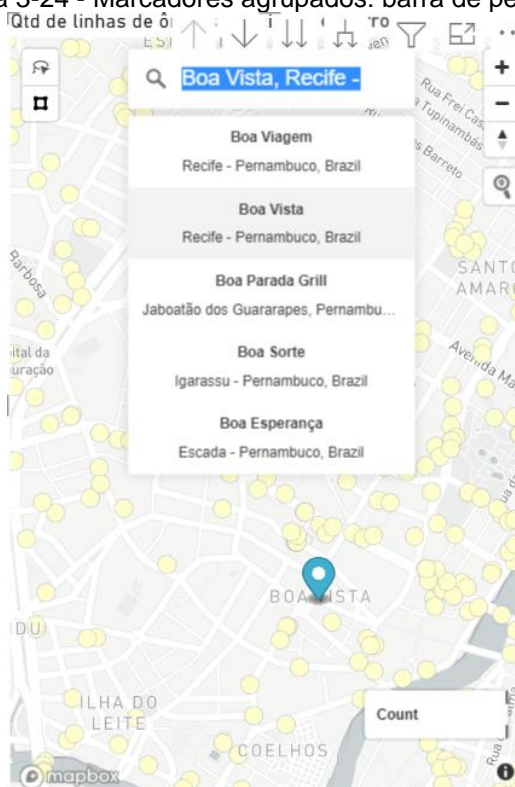
Conforme é aplicado um zoom sobre o mapa, os tamanhos dos agrupamentos diminuem ou aumentam, e o número dentro do círculo e os valores da legenda são alterados dinamicamente. A Figura 3-23 faz uma comparação de como o mapa fica ao antes e depois de aumentar o zoom.

Figura 3-23 - Marcadores agrupados: comparação de focalização



O visual também conta com uma barra de pesquisa onde é possível escrever qualquer dado de localização, como nome de rua, de estabelecimento comercial, bairro, cidade, estado e país (Figura 3-24).

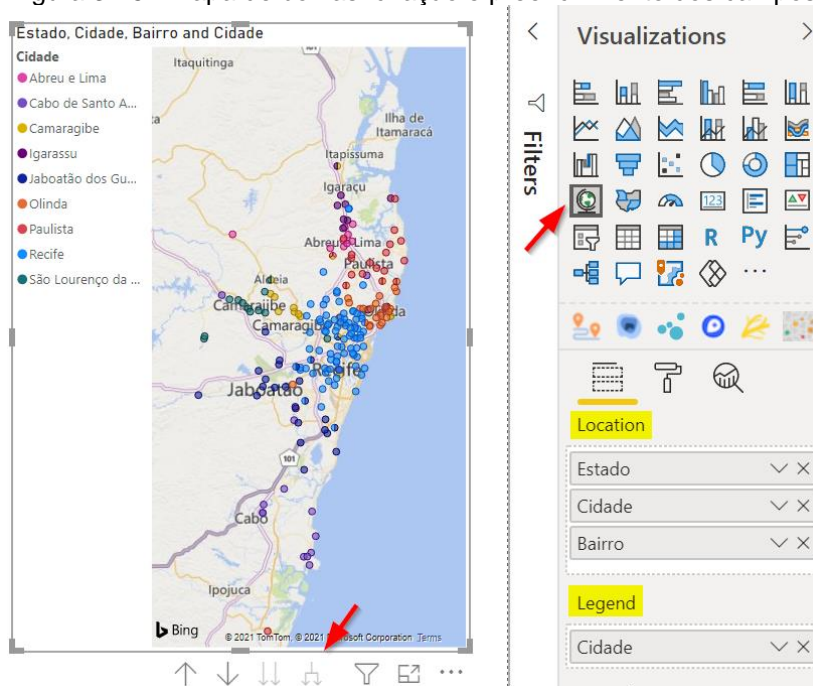
Figura 3-24 - Marcadores agrupados: barra de pesquisa



3.3.5 Mapa de bolhas (*Bubble map*)

Através do mapa de bolhas é possível diferenciar localização, cor e tamanho de cada bolha tamanho (SIGNORETTI, 2018). Para construir o mapa de bolhas foi utilizado o visual “Mapa”, que é nativo do Power BI. O campo *Location* foi preenchido com o Estado, Cidade e Bairro. Para que as cores dos círculos variassem de acordo com a cidade, o campo *Legend* foi preenchido com a Cidade (Figura 3-25).

Figura 3-25 - Mapa de bolhas: criação e preenchimento dos campos



O campo *Size* foi preenchido com uma contagem distinta dos nomes das linhas (Figura 3-26) para que o tamanho das bolhas variasse de acordo com a quantidade de linhas de ônibus do bairro (Figura 3-27 e Figura 3-28).

Figura 3-26 - Mapa de bolhas: configuração de tamanho

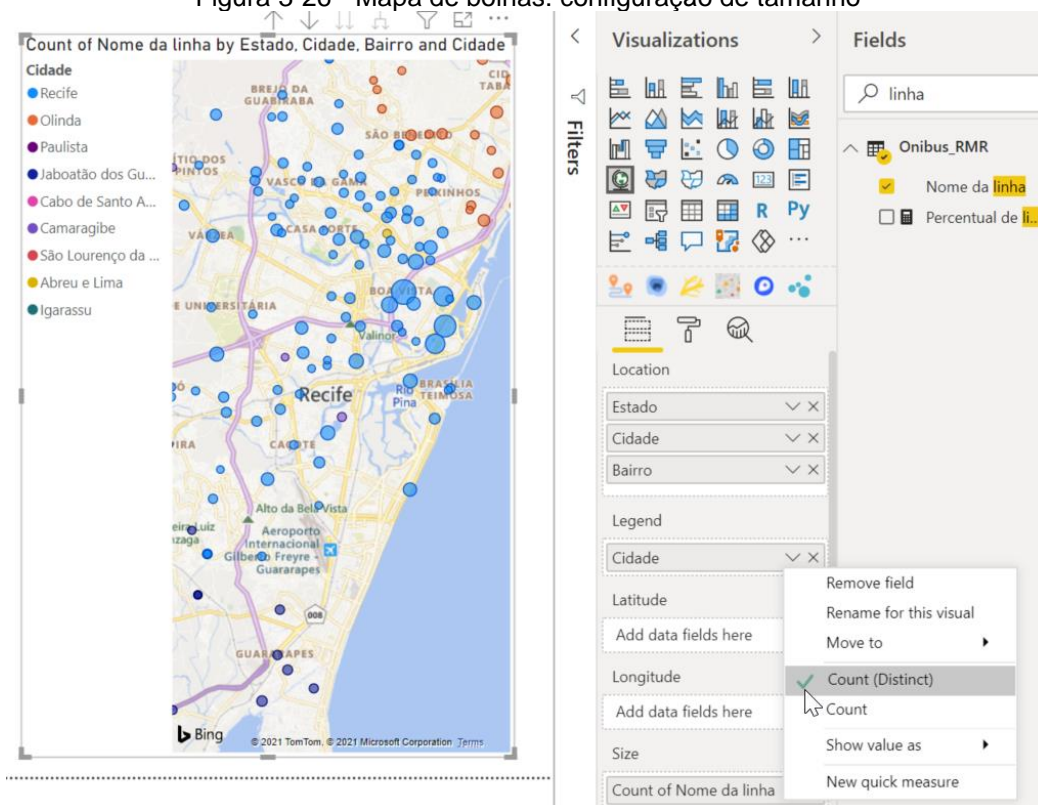


Figura 3-27 - Mapa de bolhas: exemplo de quantidade de linhas de ônibus

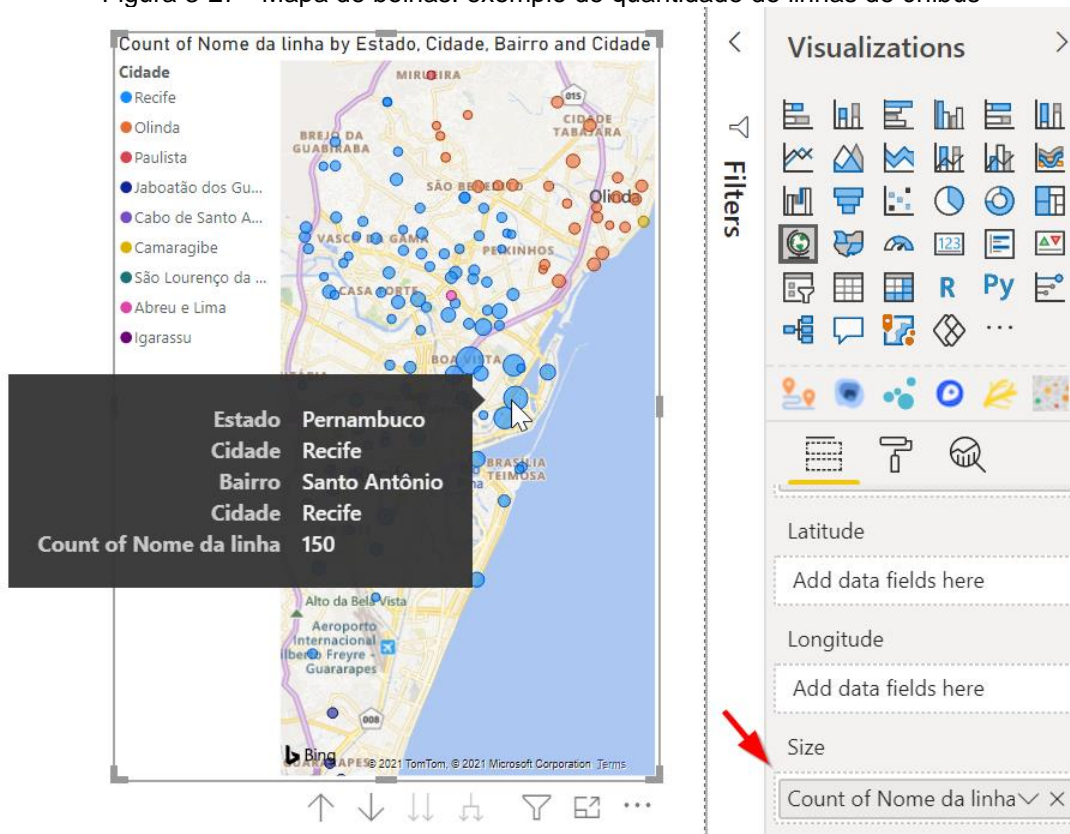
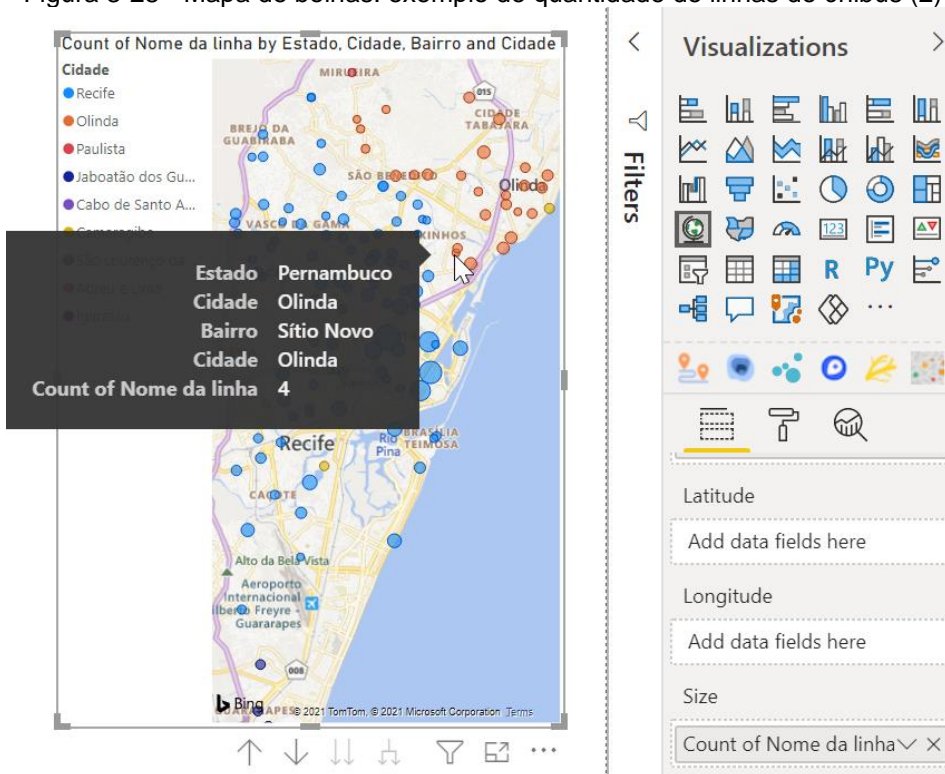


Figura 3-28 - Mapa de bolhas: exemplo de quantidade de linhas de ônibus (2)



3.3.6 Cartograma (Cartogram)

Cartogramas são mapas em que áreas de regiões geográficas, como países e estados, aparecem em proporção à variável que está sendo analisada, como população, renda ou quantidade de linhas de ônibus (NUSRAT; ALAM; KOBOUROV, 2016). Então, a área geográfica fica distorcida para melhor representar os dados quantitativos da região. O visual adequado para a construção do cartograma seria o Drilldown Cartogram, importado do *AppSource*, porém, ao tentar carregar o arquivo TopoJSON com o mapa da Região Metropolitana do Recife, apresentou erro, como mostra na Figura 3-29, e não foi possível encontrar a solução na Internet. Várias outras pessoas também tiveram problemas ao tentar carregar um arquivo TopoJSON no visual, que inclusive está com uma nota de avaliação baixíssima no *AppSource* (Figura 3-30). O arquivo TopoJSON foi salvo no repositório do GitHub, que pode ser acessado através do link: <https://github.com/VanessaVieiraVV/tcc>.

Figura 3-29 - Cartograma: erro na importação de arquivo json

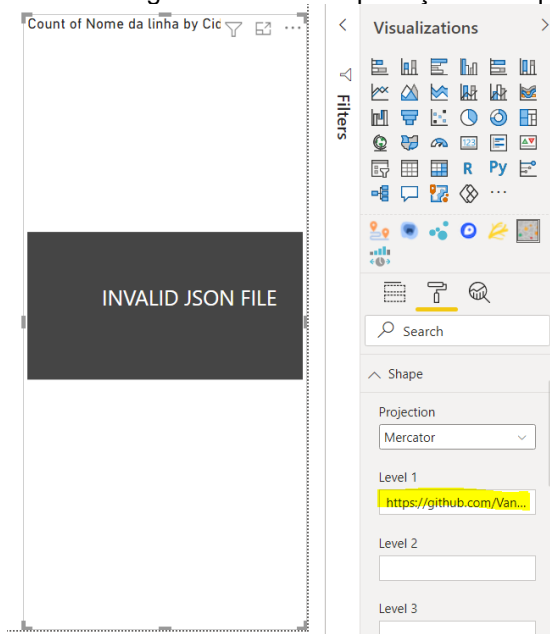


Figura 3-30 - Drilldown Cartogram

Drilldown Cartogram

Microsoft Corporation

Power BI visuals

PBI Certified

★ 2.8 (17 AppSource ratings)

Pricing Free [Get it now](#)

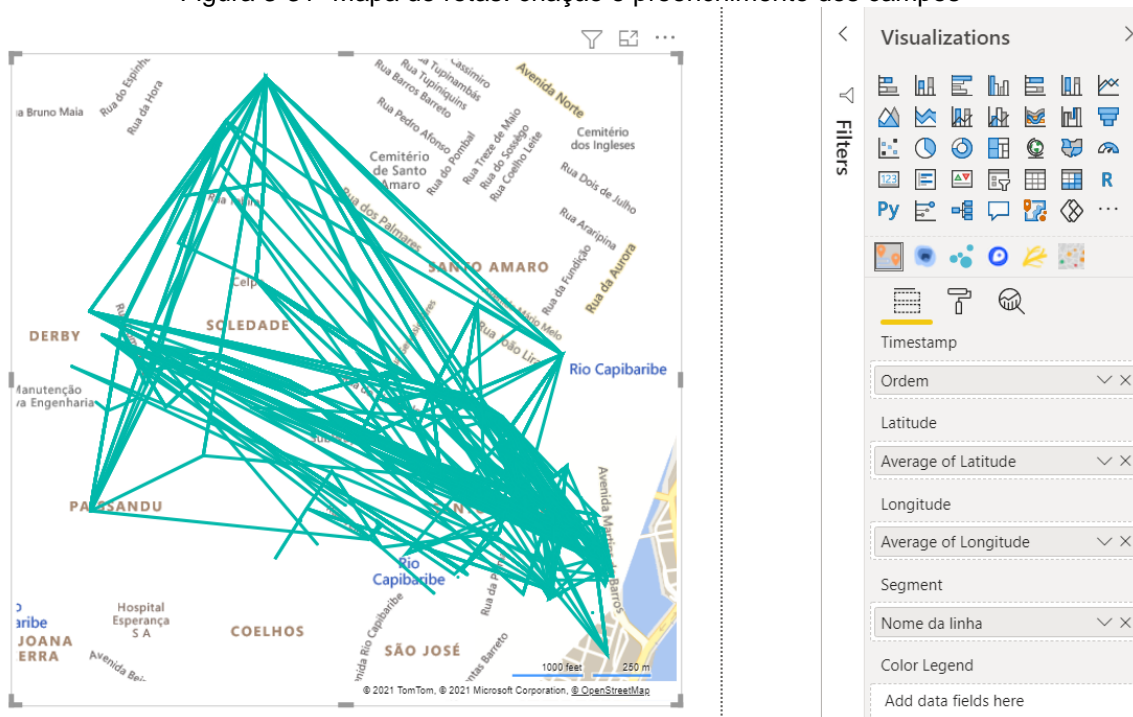
Fonte: APPSOURCE, 2021

3.3.7 Mapa de fluxos / rotas (*Flow map / Route map*)

Signoretti (2018) usa o termo “mapa de fluxos” para se referir a um mapa no qual é possível a visualização de rotas mais utilizadas. Há um mapa no AppSource do Power BI chamado *Flow map*, porém através de testes foi possível observar que esse mapa é adequado para visualizar dados da perspectiva de vários destinos para uma(s) determinada(s) origem(ns) ou de várias origens para determinado(s) destino(s). Porém, o exemplo dado por Signoretti se assemelha mais a um gráfico de trajetórias (ou itinerários), onde é possível não apenas ver um ponto de origem e um de destino, mas sim, a rota percorrida para chegar da origem ao destino. Por esse motivo, o mapa

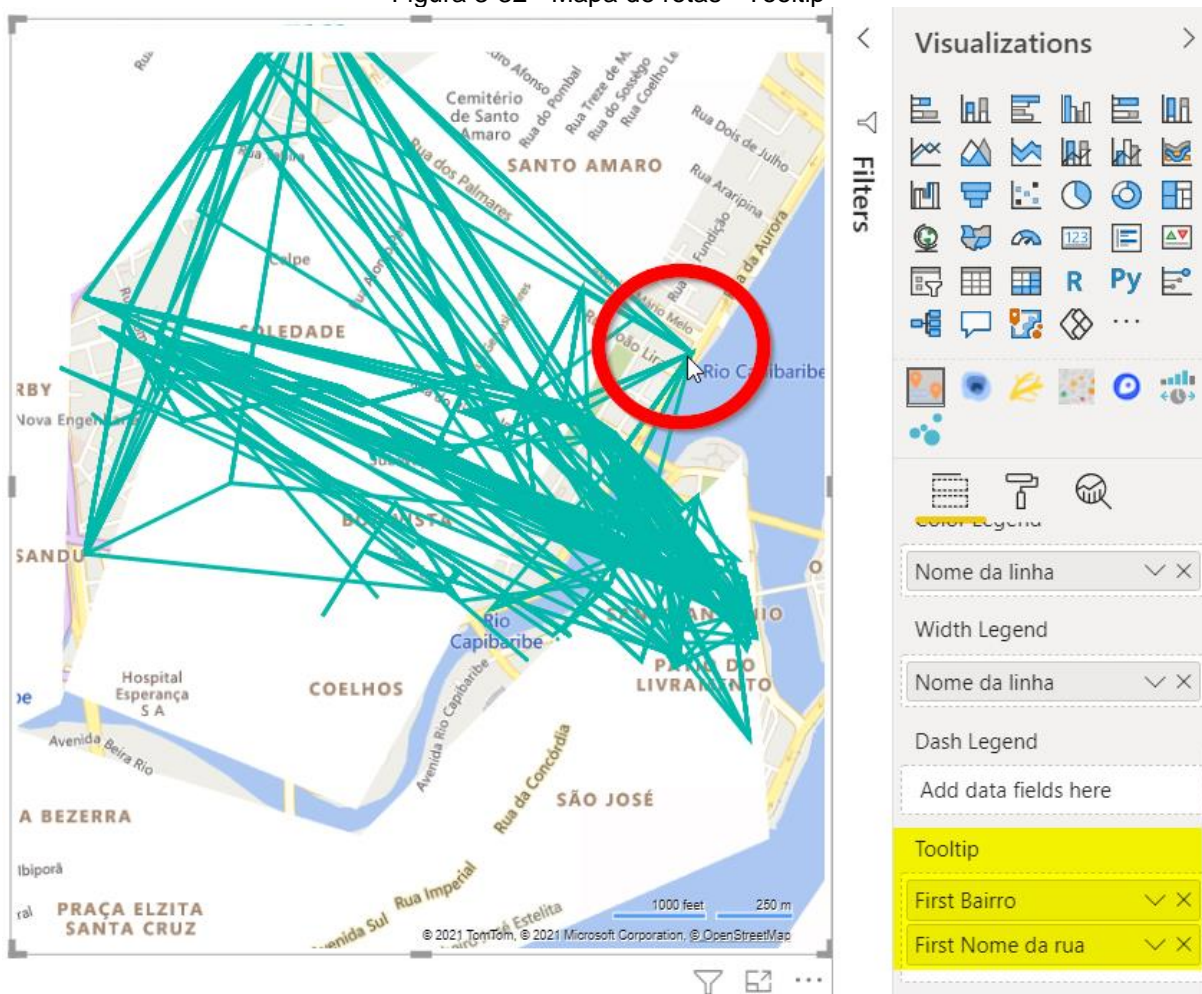
escolhido para representar o exemplo dado pelo autor foi o mapa *Route map*, importado do AppSource. O mapa foi construído para analisar quais ruas dos bairros do centro do Recife são mais movimentadas (Figura 3-31)

Figura 3-31- Mapa de rotas: criação e preenchimento dos campos



Para determinar o primeiro, segundo, terceiro e sucessivos pontos, o campo *Timestamp* foi preenchido com o campo “Ordem”, que foi criado justamente para ser usado nesse mapa, com esse propósito, já que a base de dados tem apenas o itinerário, e não os horários que o ônibus passa por cada endereço. O campo de latitude e longitude foram preenchidos com os respectivos dados. No campo de segmento os registros são agrupados em rotas com base neste campo, então o nome da linha foi selecionado para preenchê-lo. Nas áreas onde passam muitas linhas de ônibus não é possível ver o endereço, e o nível de transparência das linhas não pode ser alterado. Mesmo quando o campo de tooltip é preenchido, ao passar o mouse sobre qualquer linha ou vértice, não aparece nada (Figura 3-32).

Figura 3-32 - Mapa de rotas - Tooltip



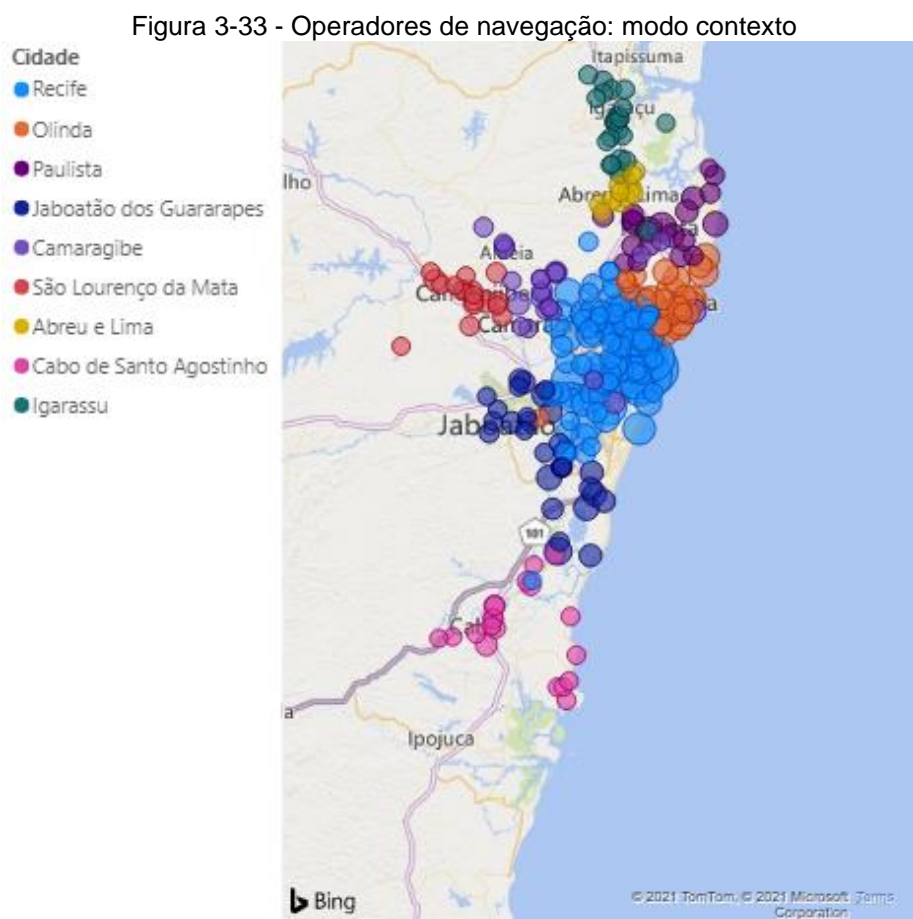
3.4 Análise dos operadores de interação no Power BI

Operadores de interação servem para modificar o que é mostrado ao usuário. Signoretti (2018), fala sobre quatro tipos de operadores de interação: navegação, seleção, filtros e conexão. Para testar os operadores de interação foi usado principalmente o mapa de bolhas, apresentado na seção 3.3.5.

3.4.1 Navegação: contexto (perspectiva geral) e foco (visão detalhada)

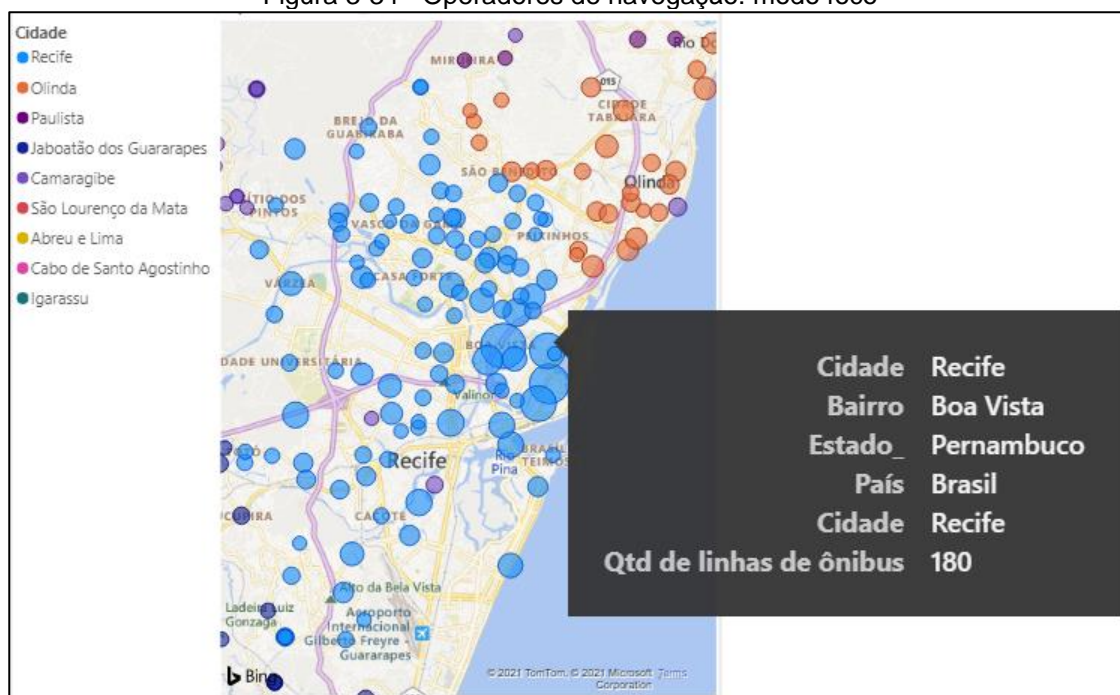
O objetivo da perspectiva de foco e de contexto é que o usuário possa ver detalhes do que mais o interessa, mas que também possa ter uma perspectiva geral, uma visão macro do cenário (BJORK; REDSTROM, 2000).

A Figura 3-33 mostra um mapa de bolhas com os dados das linhas de ônibus em modo contexto, e é possível visualizar os dados referentes a todas as cidades da Região Metropolitana do Recife que estão disponíveis na base de dados utilizada.



Mesmo com a configuração de tamanho das bolhas é difícil ver alguma variação significativa. Porém ao aplicar um zoom na cidade de Recife (Figura 3-34), é possível identificar que os bairros do centro são os que tem maior quantidade de linhas de ônibus. Com a perspectiva geral é possível perceber que a cidade de Recife possui mais linhas de ônibus que as outras, porém só é possível perceber quais bairros possuem uma quantidade maior de linhas com o modo de foco.

Figura 3-34 - Operadores de navegação: modo foco



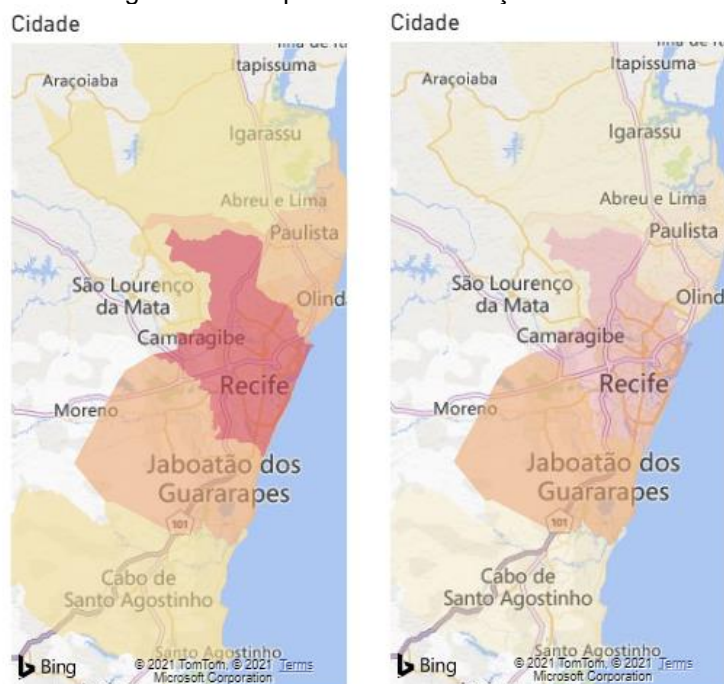
A alternância entre o modo geral e o modo foco é feita de forma simples e prática: com o mouse, através do botão de *scroll*, e com o *touchpad*, através do movimento de “pinça”. O *Panning* pode ser feito com o mouse e o *touchpad* clicando e arrastando para qualquer direção.

3.4.2 Seleção: realce, remoção e alteração de dados, seleção condicional

Operadores de seleção podem ser utilizados para realçar, remover e alterar os dados. Pode ser através de um clique, ou pode ser feita de forma automática, se os dados atenderem uma determinada condicional. (WILLS, 1996)

Um mapa coroplético foi usado para mostrar o que acontece ao clicar numa determinada cidade: a cidade selecionada é realçada. A Figura 3-35 mostra o mapa antes e depois da seleção. Se houver algum visual na mesma página que tenha relacionamento com o mapa, ele é filtrado ou o dado correspondente é realçado; esse assunto é abordado com detalhes na seção 3.4.4, que fala sobre os operadores de conexão.

Figura 3-35 - Operadores de seleção: realce



Outro operador importante é o de remoção. Ao clicar com o botão direito do mouse e cima de uma bolha (no mapa do exemplo, correspondente ao bairro) é possível escolher a opção “*Exclude*”, como mostra a Figura 3-36, para que esse bairro desapareça da visualização (Figura 3-37).

Figura 3-36 - Operadores de seleção: removendo bolha de mapa de bolhas

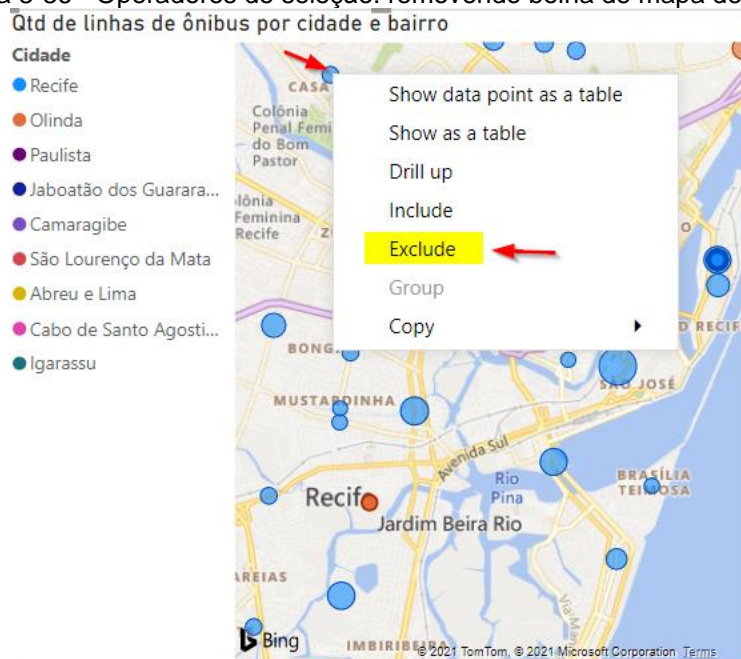
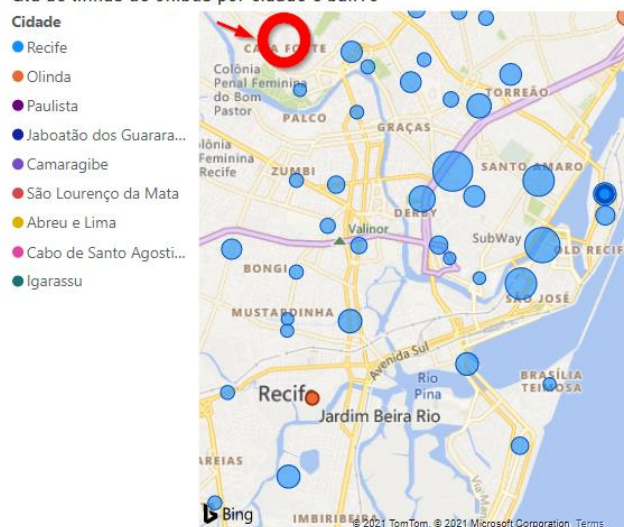


Figura 3-37 - Operadores de seleção: mapa após remoção

Qtd de linhas de ônibus por cidade e bairro



A Figura 3-38 contém um mapa coroplético que mostra a visualização por cidade. Ao excluir os dados da cidade de São Lourenço da Mata, a região correspondente no mapa fica sem cor (Figura 3-39).

Figura 3-38 - Operadores de seleção: removendo cidade de mapa coroplético

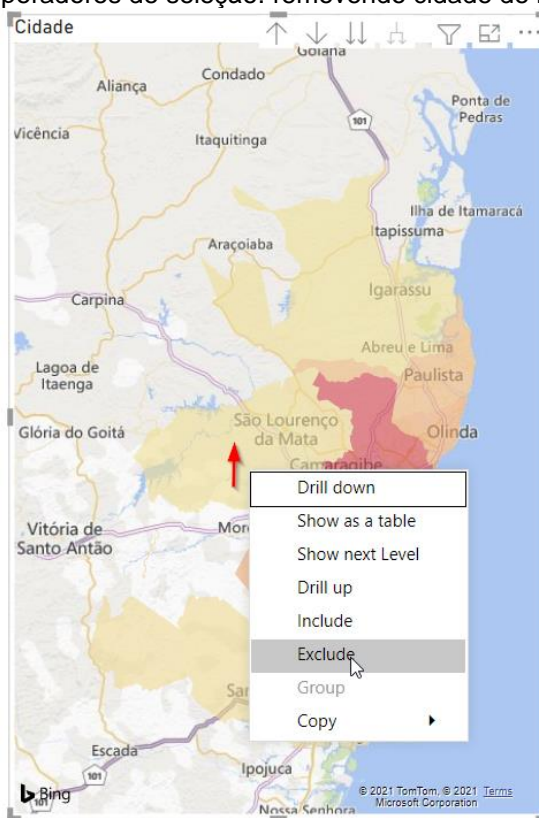


Figura 3-39 - Operadores de seleção: mapa coroplético após remoção de cidade

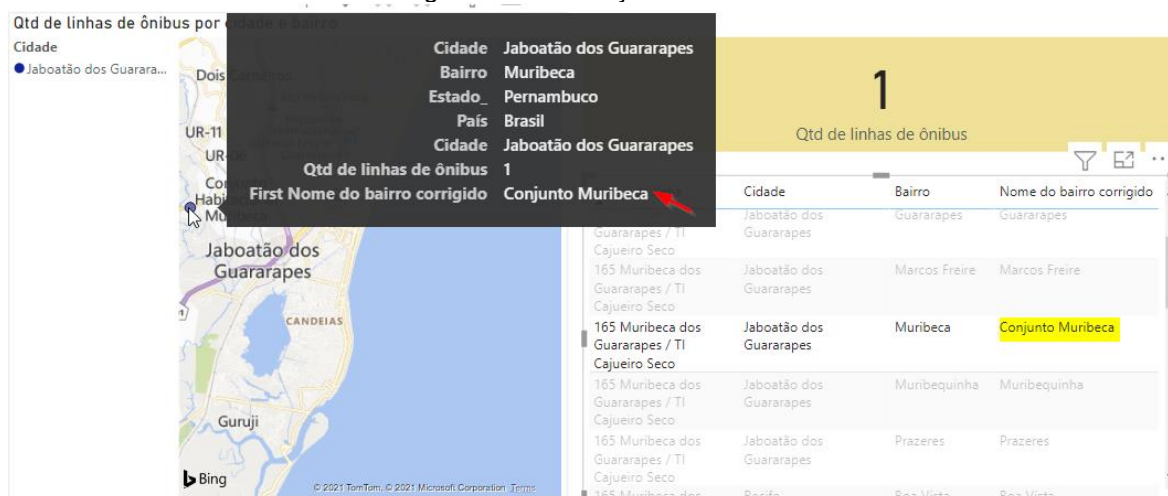


A seleção condicional pode ser feita usando medidas DAX especificando o critério para que o dado apareça ou não no mapa, e de que forma o dado deve aparecer, podendo ser com um nome ou cálculo diferente. A Figura 3-40 mostra um exemplo de alteração condicional de dados. Foi criada uma coluna calculada usando a linguagem de programação do Power BI, o DAX, para especificar que se o nome do bairro fosse igual a “Muribeca”, a nova coluna chamada “Nome do bairro corrigido” deveria receber o nome “Conjunto Muribeca”. A nova coluna poderia ser usada sozinha no mapa, para substituir o nome de bairro original do conjunto de dados, ou usada juntamente com a coluna original, como na imagem.

Código DAX da coluna calculada:

```
Nome do bairro corrigido = IF(Onibus_RMR[Bairro] == "Muribeca", "Conjunto Muribeca", Onibus_RMR[Bairro])
```

Figura 3-40 - Seleção condicional



3.4.3 Filtragem

O objetivo da filtragem é reduzir a quantidade de dados que aparecem numa visualização. Para isso são selecionados alguns valores que serão mantidos ou definidos alguns critérios de seleção ou remoção. Isso é feito através de uma interface de filtragem, como um *slider*, por exemplo (SIGNORETTI, 2018).

No exemplo da Figura 3-41, foram selecionadas duas linhas de ônibus (“062 Jardim Piedade” e “050 TI PE-15 / Boa Viagem”) no filtro do tipo *slider* do Power BI. Os dados do mapa, da tabela e do cartão foram filtrados. As bolhas grandes do mapa correspondem aos bairros por onde passam as duas linhas de ônibus (Figura 3-42), enquanto as bolhas pequenas correspondem aos bairros onde só passa uma das duas linhas (Figura 3-43). Na legenda só aparece as cidades por onde passa alguma das duas linhas de ônibus.

Figura 3-41 - Operadores de filtragem: slicer

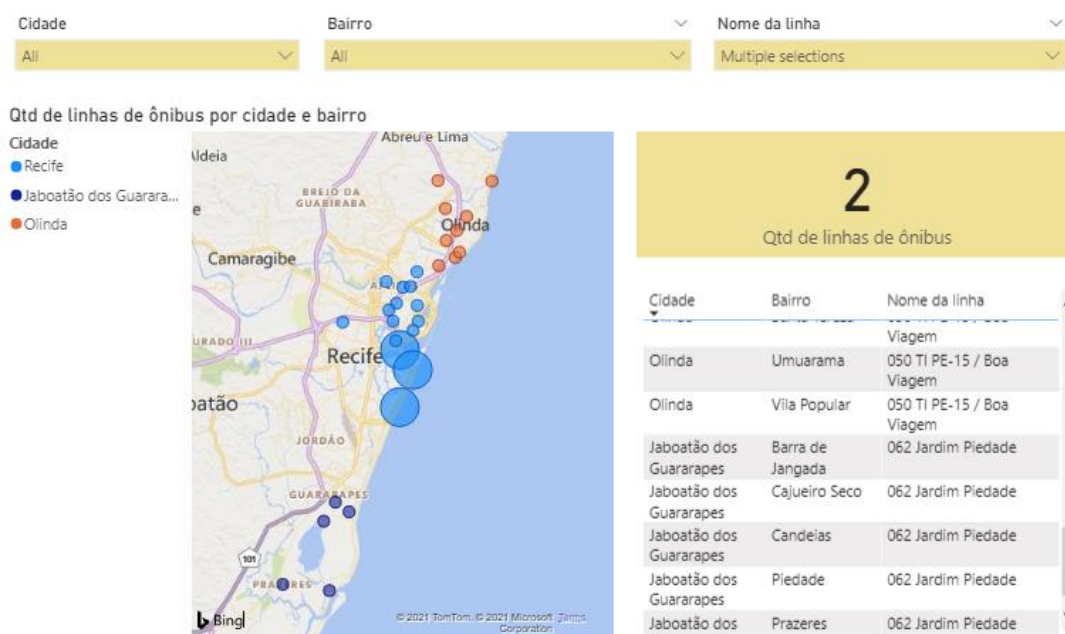


Figura 3-42 - Operadores de filtragem: exemplo 1

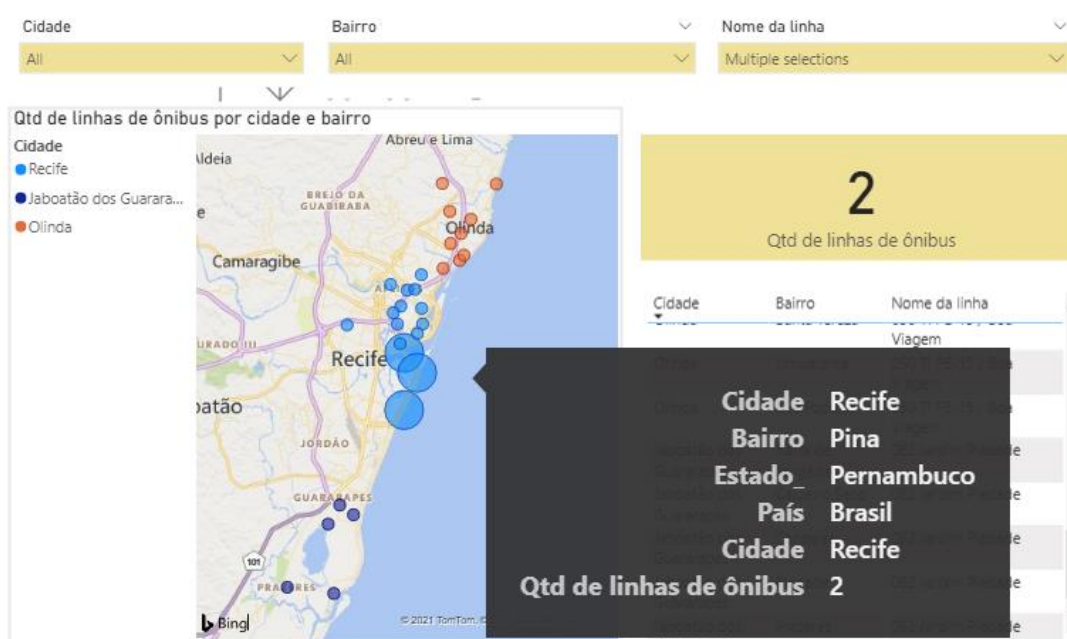
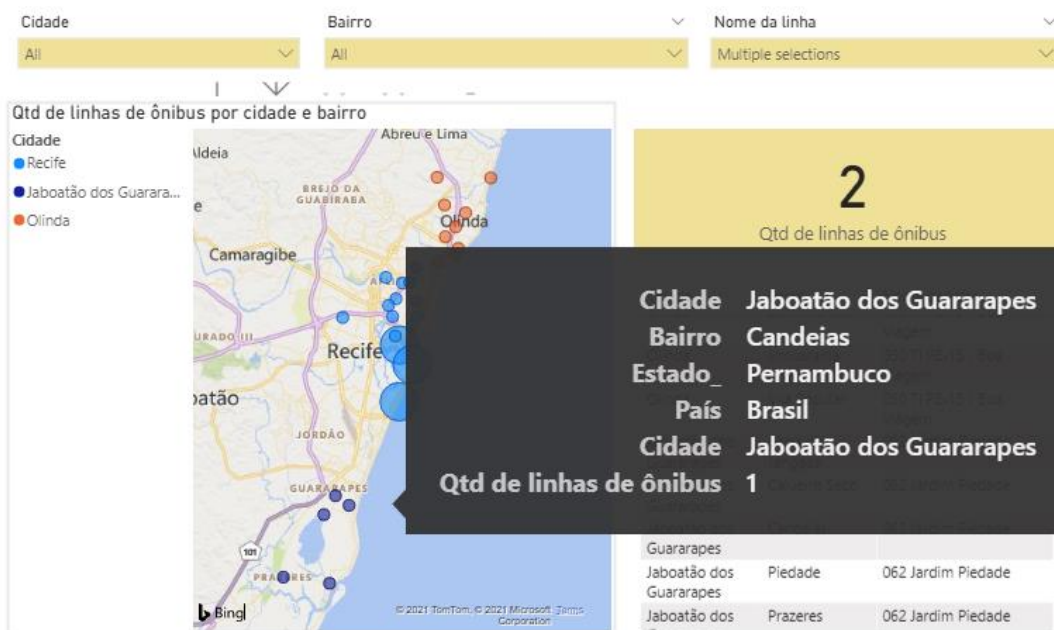


Figura 3-43 - Operadores de filtragem: exemplo 2

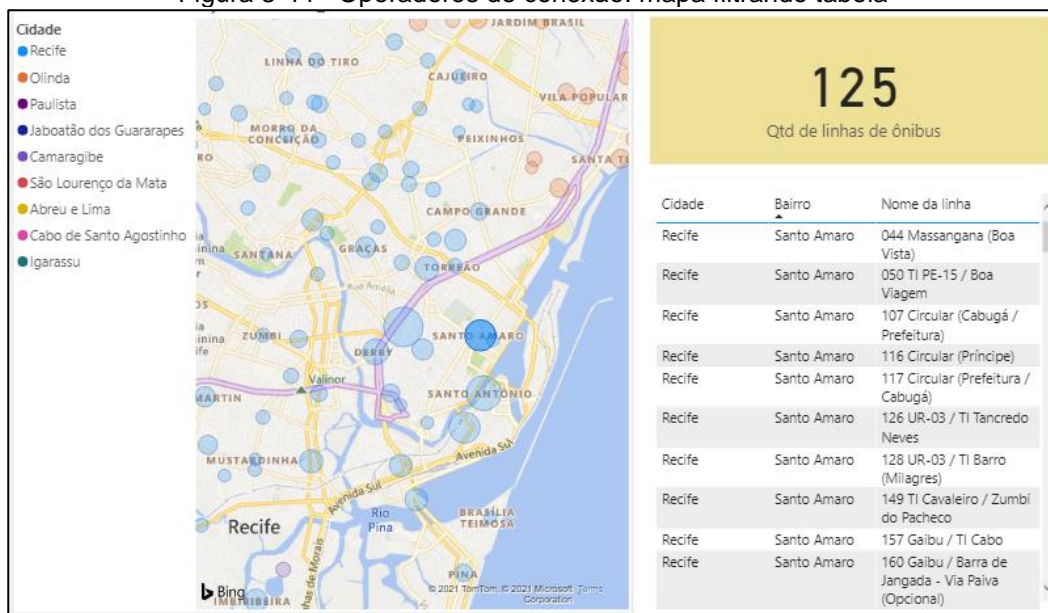


3.4.4 Conexão

O operador de conexão chamado *brushing and linking* combina diferentes operadores de interação para suprir a deficiência do uso desses operadores de forma isolada. (KEIM, 2002). Os visuais da Figura 3-44 (mapa de bolhas, card e tabela) possuem atributos em comum (cidade e linhas de ônibus) pertencentes à mesma tabela (tabela com os itinerários dos ônibus da RMR), para possibilitar a análise da conexão dos visuais.

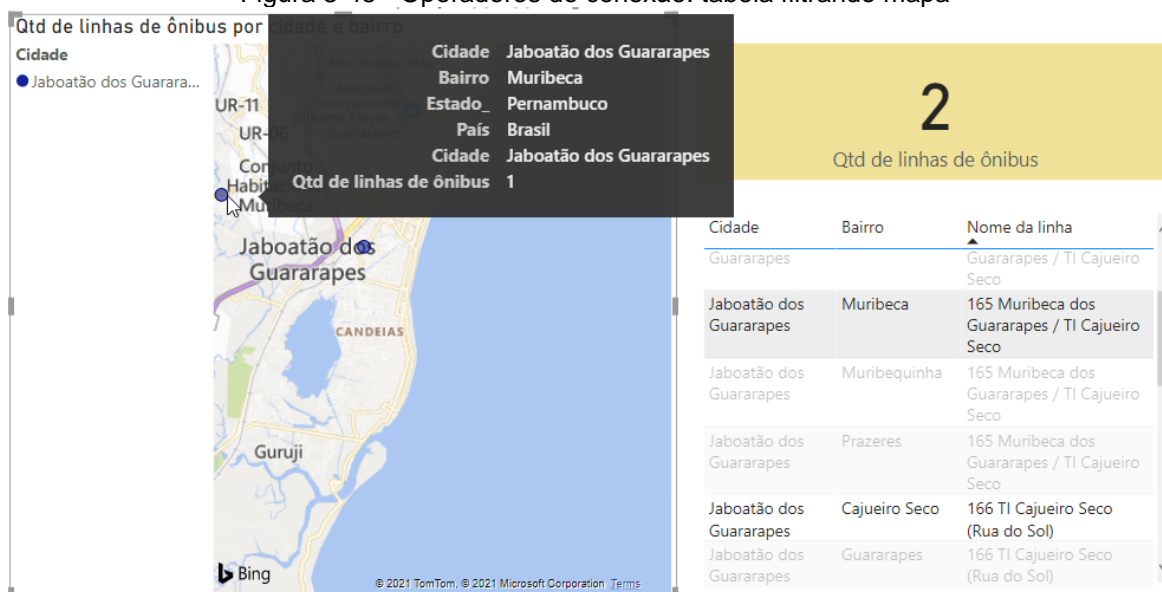
A Figura 3-44 mostra o que acontece ao clicar na bolha correspondente ao bairro de Santo Amaro: a cor da bolha fica realçada e as linhas da tabela passam a mostrar apenas os dados do bairro selecionado. O valor do cartão do Power BI que mostra a quantidade de linhas de ônibus também é alterado.

Figura 3-44 - Operadores de conexão: mapa filtrando tabela



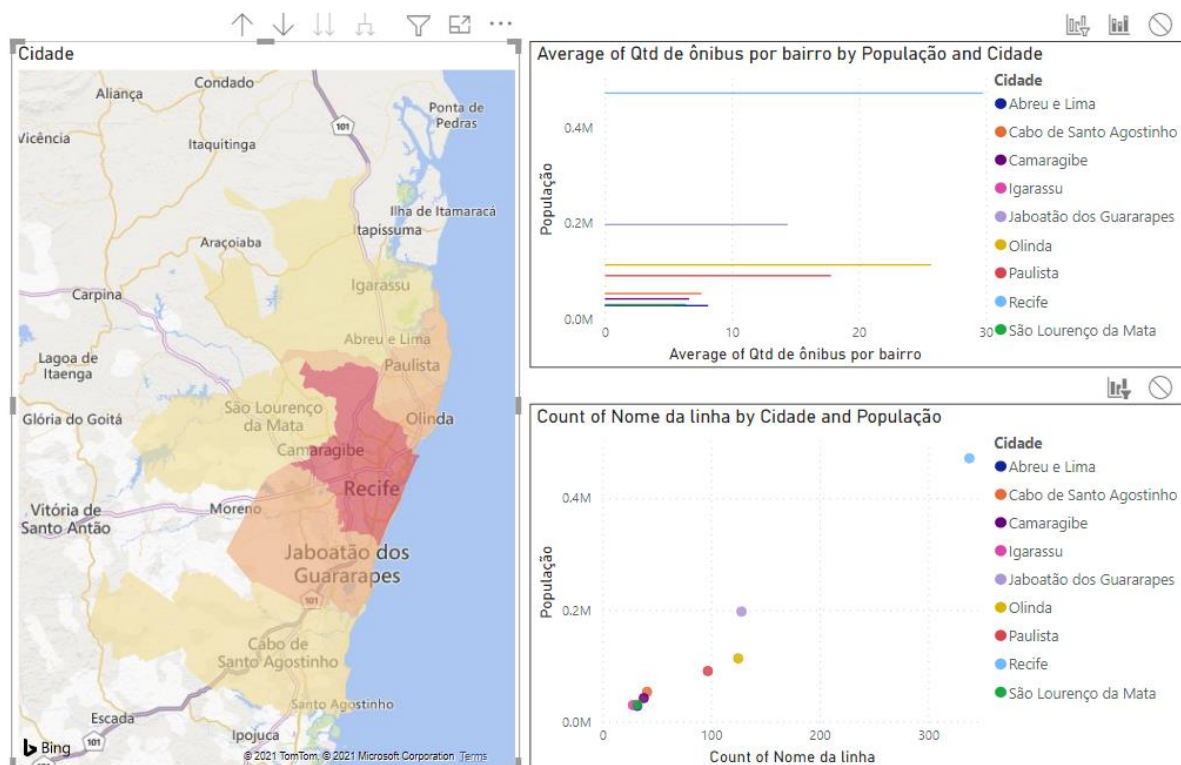
Ao selecionar alguma linha da tabela a informação que aparece no mapa é filtrada, só aparece a bolha que representa o bairro presente na linha selecionada. A legenda do mapa também é filtrada, mostrando a cidade a qual o bairro pertence e o cartão que indica a quantidade de linha de ônibus mostra quantas linhas de ônibus estão selecionadas (Figura 3-45). Caso o usuário necessite, pode excluir a interação entre o mapa com outros visuais como tabela, cartão e gráficos. Ao clicar novamente no mesmo local ou em alguma região do mapa onde não há dados o visual volta a mostrar os dados completos.

Figura 3-45 - Operadores de conexão: tabela filtrando mapa



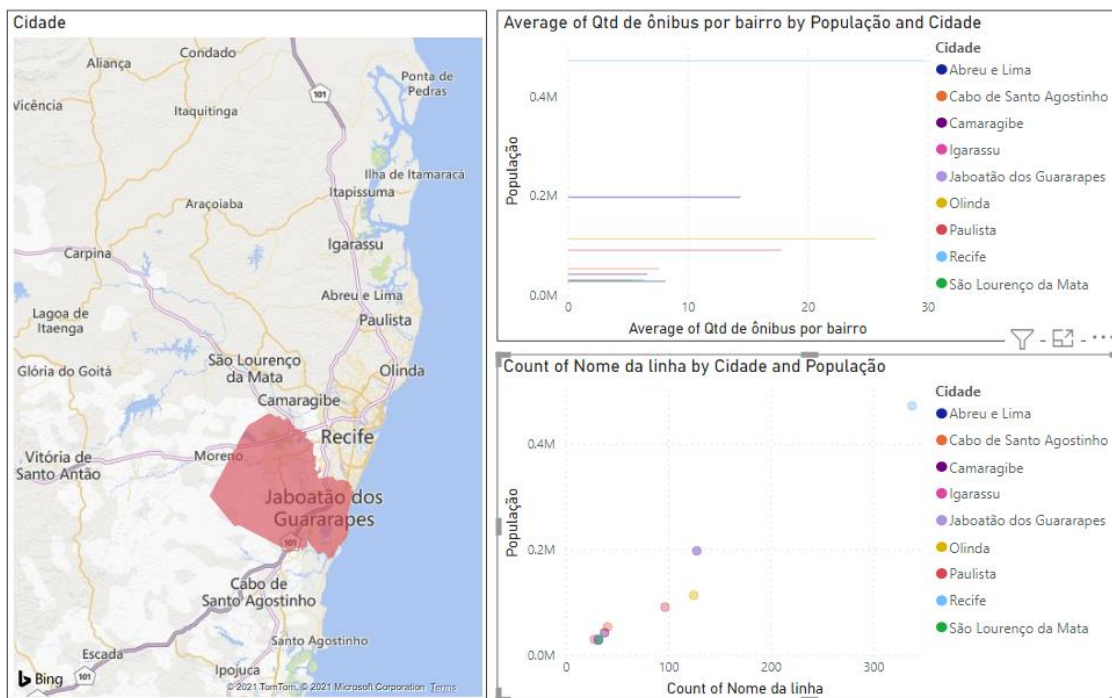
Para analisar o comportamento dos operadores de conexão com gráficos, foi construído um gráfico de barras e um de dispersão, para interagir com o mapa coroplético (Figura 3-46).

Figura 3-46 - Operadores de conexão: mapa coroplético e gráficos, sem seleção



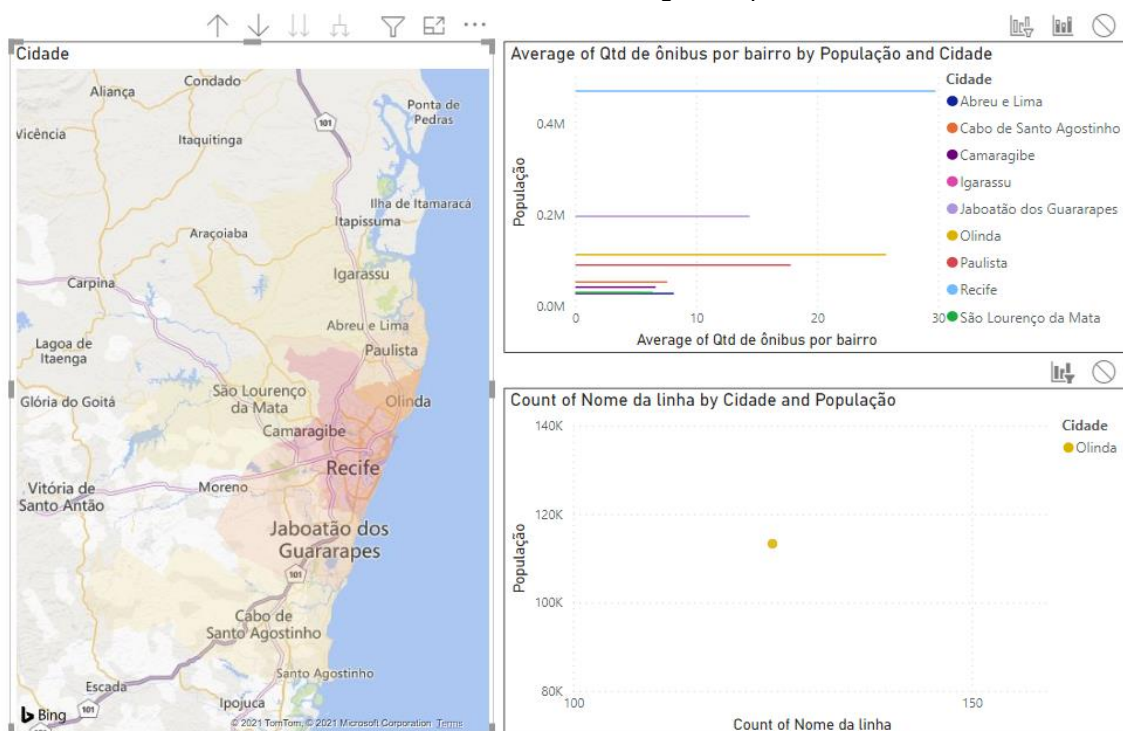
Um visual que esteja *linkado* a outro pode ao invés de ser filtrado, realçar apenas a parte relacionada à que foi selecionada no outro visual. No exemplo da Figura 3-47, ao clicar no ponto do gráfico de dispersão correspondente à cidade de Jaboatão dos Guararapes, o mapa foi filtrado e no gráfico de barras correspondente à Jaboatão dos Guararapes foi realçada, assim como o ponto selecionado do gráfico de dispersão havia sido.

Figura 3-47 - Operadores de conexão: seleção de ponto do gráfico de dispersão



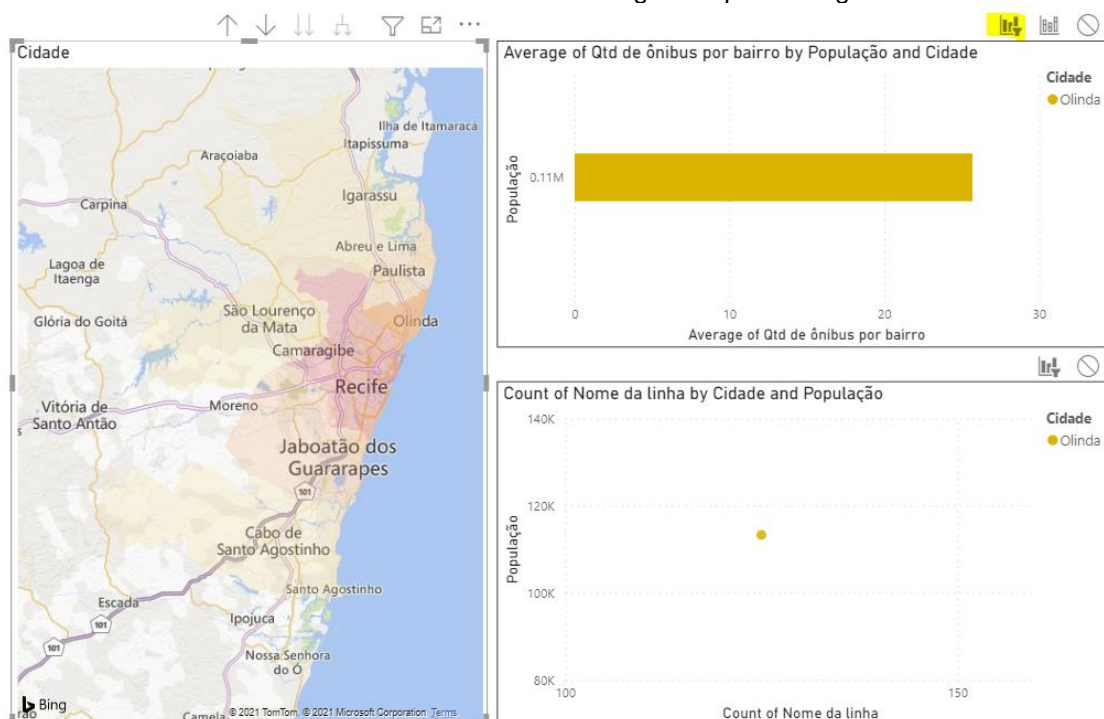
A Figura 3-48 mostra como os gráficos ficaram depois que foi feito um clique na cidade de Olinda: o gráfico de dispersão foi filtrado, e o gráfico de barras, que estava configurado para ser realçado, ficou da mesma forma que estava.

Figura 3-48 - Operadores de conexão: seleção de cidade no mapa e gráfico de barras com interatividade configurada para realce



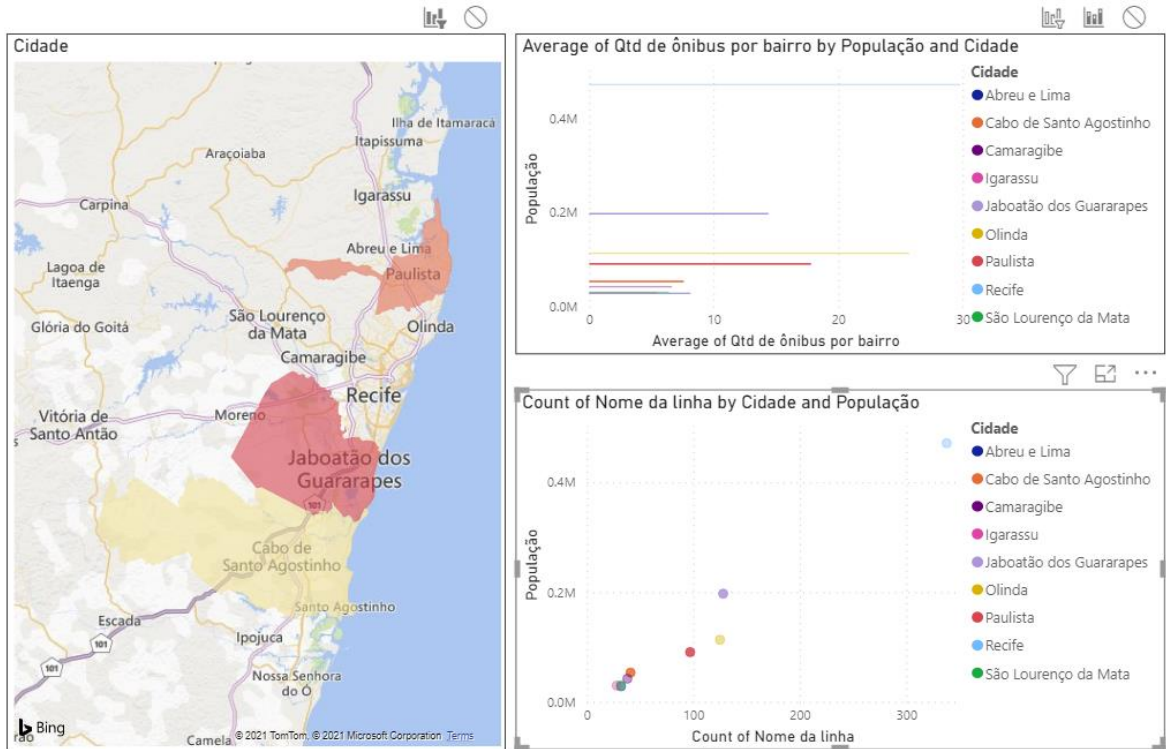
Porém, após alterar o tipo de interação para filtragem ao invés de realce, quando a cidade de Olinda é selecionada no mapa coroplético, o gráfico de barras é filtrado, como deveria ocorrer (Figura 3-49).

Figura 3-49 - Operadores de conexão: seleção de cidade no mapa e gráfico de barras com interatividade configurada para filtragem



É possível selecionar mais de uma cidade no gráfico ao segurar a tecla Shift enquanto o botão de clicar é pressionado. Na Figura 3-50 é possível observar o que acontece ao clicar em 3 cidades no gráfico de dispersão: Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Cabo de Santo Agostinho. É possível fazer o mesmo procedimento no mapa e no outro gráfico. Não é possível selecionar uma área do gráfico clicando e arrastando, nem no Power BI Service.

Figura 3-50 - Operadores de conexão: seleção de três cidades



4 RESULTADOS

Na Tabela 1 estão os nomes das técnicas de visualização de dados geográficos e nomes dos visuais usados, alguns nativos do Power, outros que foram importados na loja por motivo de não ter disponível nativamente ou por motivo dos disponíveis não atenderem bem à necessidade. A tabela mostra também o nível de problema de usabilidade de cada mapa, no caso em que houve algum problema. Na Tabela 2 está detalhado como foi feita a categorização desses problemas de usabilidade. Como o Cartograma nem sequer mostrou o mapa, foi classificado como inutilizável.

Tabela 1 - Resultados das técnicas de visualização

	Visual nativo	Visual importado na loja	Problema de usabilidade
Mapa coroplético	Mapa coroplético		Grave
Mapa de calor	Mapa		
Mapa de pontos	Mapa		Leve
Marcadores agrupados		Mapbox	
Mapa de bolhas	Mapa		
Cartograma		Drilldown Cartogram	Inutilizável
Mapa de fluxos / rotas		Route Map	Leve

Tabela 2 - Classificação do nível de problemas de usabilidade

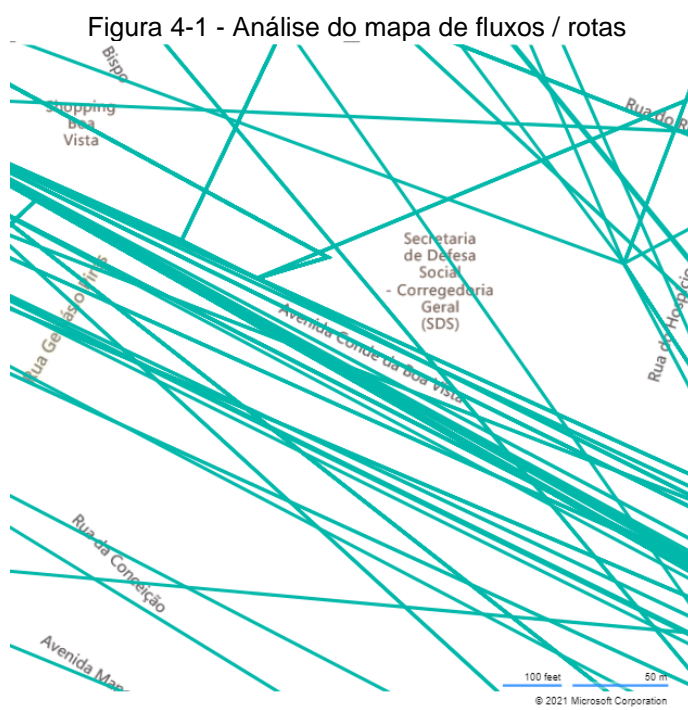
Interferência na utilização ou visualização	Baixa	Razoável	Alta
	Contornável?		
Sim	Leve	Leve	Médio
Parcialmente	Leve	Médio	Médio
Não	Médio	Médio	Grave

O mapa coroplético apresentou problemas ao fazer *drill down* para a hierarquia de bairro, como falado na seção 3.3.1: o motor de busca do Bing Map, que é utilizado nesse visual, identificou a localização de alguns de forma incorreta, em lugares fora

da Região Metropolitana do Recife, fora do estado de Pernambuco e até mesmo fora do país, mesmo tendo sido feita a categorização de cada campo de dados correspondente à localização que foi utilizado no mapa. E após terem sido incluídos os campos de latitude e longitude, nem foi mais possível fazer *drill down* para a hierarquia de bairro. Como esse problema gerou interferência na visualização correta dos dados, já que fez com que os bairros não aparecessem na área correta do mapa, e como não foi possível corrigir esse problema, foi classificado como grave.

O mapa de pontos nas áreas com alta concentração de dados apresenta um problema de visualização do nome da cidade, como mencionado na seção 3.3.3, mas isso pode ser facilmente resolvido preenchendo o campo de legenda ou de *tooltip* com o atributo Cidade. Como foi um problema de usabilidade que afeta de forma razoável a visualização dos dados, mas que foi totalmente contornável, foi classificado como sendo leve.

No mapa de fluxos, no modo de perspectiva geral, o nome de algumas ruas fica coberto, como é possível ver na Figura 3-31 da seção 3.3.7. E o nome de ruas por onde passam muitas linhas de ônibus diferentes, mesmo aplicando zoom fica difícil de visualizar (Figura 4-1). Diferente do mapa de pontos, nesse mapa a *tooltip* não funciona como deveria. Como esse é um problema que afeta de modo razoável a visualização dos dados e não pôde ser contornado, foi classificado como médio.



Com relação ao cartograma, o único visual disponível no qual seria possível construir esse tipo de visualização não funcionou, então caso o usuário necessite criar um cartograma pode precisar recorrer a outra ferramenta.

Os operadores de interação funcionaram da forma esperada, exceto o de conexão, já que quando o mapa foi selecionado e a interatividade do gráfico de barras estava configurada para ser através de realce, a cidade correspondente não foi realçada. A Tabela 3 - Resultados dos operadores de interação retrata qual operador de interação não funcionou da forma esperada no Power BI e o nível do problema de usabilidade.

Tabela 3 - Resultados dos operadores de interação

Operador de interação	Problema de usabilidade
Navegação	-
Seleção	-
Filtragem	-
Conexão	Grave

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Power BI possui visuais nativos com os quais é possível criar quatro das sete principais técnicas de visualização de dados listadas por Signoretti (2018), sendo elas: mapa coroplético, mapa de calor, mapa de pontos e mapa de bolhas. Dentre esses, apenas um teve um problema de usabilidade grave (o mapa coroplético), ao tentar mudar a visualização para a hierarquia de bairro. Não foi possível criar um cartograma no Power BI, porque o único visual disponível não funcionou da forma que deveria. O mapa com marcadores agrupados e o mapa de fluxos apresentaram funcionamento adequado. Os operadores de navegação, seleção e filtragem funcionaram de forma adequada, porém o de conexão apresentou problema de interação do mapa com o gráfico, pois o dado não foi realçado, conforme era esperado.

Portanto, o Power BI demonstrou ser adequado para a maioria das técnicas de visualização, e a maioria dos operadores de interação funciona da forma correta na ferramenta. Como trabalho futuro pode ser feito o mesmo tipo de análise com outras ferramentas de *self-service BI* que oferecem suporte para a criação de mapas.

REFERÊNCIAS

- ANALYTICS AND BUSINESS INTELLIGENCE (ABI). In: **Gartner Glossary**. GARTNER, [201-?]. Disponível em: <<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-intelligence-bi>>. Acesso em: 25 de julho 2021.
- BJORK, Staffan; REDSTROM, Johan. Redefining the focus and context of focus+ context visualization. In: **IEEE Symposium on Information Visualization 2000. INFOVIS 2000. Proceedings**. IEEE, 2000. p. 85-89.
- CRIAR e usar mapas coropléticos no Power BI. [S. l.]: Microsoft, 5 dez. 2019. Documentação do Power BI. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/visuals/power-bi-visualization-filled-maps-choropleths>. Acesso em: 29 ago. 2021.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html> Censos / Censo_Demografico_2010_Resultados_Gerais_da_Amostra / Unidades_da_Federacao / pernambuco_xls.zip>. Acesso em 1 de agosto de 2021.
- IMHOFF, Claudia; WHITE, Colin. Self-service business intelligence. **Empowering Users to Generate Insights, TDWI Best practices report, TDWI, Renton, WA, 2011**.
- KEIM, Daniel A. Information visualization and visual data mining. **IEEE transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2002.
- KIMERLING, A. Jon. Dotting the dot map, revisited. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 36, n. 2, p. 165-182, 2009.
- LOUSA, André; PEDROSA, Isabel; BERNARDINO, Jorge. Avaliação e Análise de Ferramentas Business Intelligence para Visualização de Dados Evaluation and Analysis of Business Intelligence Data Visualization Tools. **leeexplore. leee. Org**, p. 19-22, 2019.
- MCKENZIE, Grant; JANOWICZ, Krzysztof. Where is also about time: A location-distortion model to improve reverse geocoding using behavior-driven temporal semantic signatures. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 54, p. 1-13, 2015.
- Microsoft AppSource. **Drilldown Cartogram**. Disponível em: <<https://appsource.microsoft.com/en-us/product/power-bi-visuals/WA104381045>>. Acesso em 14 de agosto de 2021.
- MOOVIT. **Grande Recife - Horários, Rotas e Paradas**. Disponível em: <https://moovitapp.com/index/pt-br/transporte_público-lines-Recife-1662-774895>. Acesso em 28 de março de 2021.

NUSRAT, Sabrina; ALAM, Md Jawaherul; KOBOUROV, Stephen. Evaluating cartogram effectiveness. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 24, n. 2, p. 1077-1090, 2016.

RAYSON, James K. Aggregate towers: Scale sensitive visualization and decluttering of geospatial data. In: **Proceedings 1999 IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis' 99)**. IEEE, 1999. p. 92-99.

SIGNORETTI, Wagner Gonçalves. **Modelo para análise visual de dados multivariados no contexto geoespacial**. Orientador: Isabel Harb Manssour. 2018. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Escola Politécnica, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8916>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SU, Yu-Ting; HONG, Jung-Hong. A new perspective towards the visualization of the temporal aspects of geographic information. In: **Proceedings of the ACRS**. 2015.

SZEWRAŃSKI, Szymon et al. Spatial data analysis with the use of ArcGIS and Tableau systems. In: **The Rise of big spatial data**. Springer, Cham, 2017. p. 337-349.

ULAG, Arun. **Microsoft named a Leader in the 2021 Gartner Magic Quadrant for Analytics and BI Platforms**. Microsoft Power BI, 18 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://powerbi.microsoft.com/pt-br/blog/microsoft-named-a-leader-in-2021-gartner-magic-quadrant-for-analytics-and-bi-platforms>>. Acesso em: 3 de junho de 2021."

WILLS, Graham J. Selection: 524,288 ways to say" this is interesting". In: **Proceedings IEEE Symposium on Information Visualization'96**. IEEE, 1996. p. 54-60.

ZANDBERGEN, Paul A. A comparison of address point, parcel and street geocoding techniques. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 32, n. 3, p. 214-232, 2008.

ZOU, Taotao et al. An overview of geospatial information visualization. In: **2018 IEEE International Conference on Progress in Informatics and Computing (PIC)**. IEEE, 2018. p. 250-254.