

Contribuição da grade regular para fins estatísticos para a mobilidade urbana

Fernando Yutaka Yamaguchi ^{1,2}
Aline Damasceno de Oliveira ¹
Patrícia Lustosa Brito ¹
Vivian de Oliveira Fernandes ¹

¹ Universidade Federal da Bahia - UFBA
Rua Aristides Novis, 02 - Federação, Salvador - BA, Brasil, CEP: 40210-630
fernandoyyamaguchi@gmail.com, alineoliveira_09@yahoo.com.br,
britopatricia@hotmail.com, vivian.fernandes@ufba.br

² Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Av. Pres. Castelo Branco, 750, Salvador - BA, Brasil, CEP: 40050-900
Fernando.yamaguchi@ibge.gov.br

Abstract. The Brazilian Institute of Geography and Statistics, IBGE, in 2015, presented the grid for statistical purposes of Brazil. The spatial resolution of the cells is 1km and 200m for rural to urban areas. This data model means a milestone in the dissemination of socio-economic data in Brazil, as it adds stability spatial, temporal, and the lowest level of disaggregation of census data in Brazil. In this work the grid is used to adjust the urban mobility data of Salvador for a closer view of reality. Urban mobility data were obtained from the survey of Origin-Destination conducted by the Secretary of State of Bahia Infrastructure, SEINFRA, in 2012. Also is made a simulation of users potentially served by subway stations. The results showed that the grid has broad potential for urban mobility and other applications.

Palavras-chave: statistical grids, urban mobility, grade estatística, mobilidade urbana.

1. Introdução

Em 2015, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, apresentou a grade para fins estatísticos do Brasil. A resolução espacial das células é de 1Km para áreas rurais e de 200m para áreas urbanas (IBGE, 2016). Este modelo de dados significa um marco na divulgação de dados socioeconômicos no Brasil, pois agrega estabilidade espacial, temporal e o menor nível de desagregação dos dados censitários no Brasil. Neste trabalho a grade é empregada para adequar os dados de mobilidade urbana de Salvador para uma visão mais próxima da realidade. Os dados de mobilidade urbana foram obtidos através da pesquisa Origem-Destino elaborada pela Secretaria de Infraestrutura do Estado da Bahia, SEINFRA, em 2012. Os resultados mostraram que a grade tem amplo potencial para aplicações em mobilidade urbana.

1.1 Área de estudo

A área de estudo abrange a região metropolitana da Cidade de Salvador, capital do Estado da Bahia, localizada entre as coordenadas geográficas 38°49' — 37°51' longitude Oeste e 12°12' — 13°10' Latitude Sul. A Bahia tem fronteiras com os estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Piauí, Tocantins, Goiás, Minas Gerais e Espírito Santo.

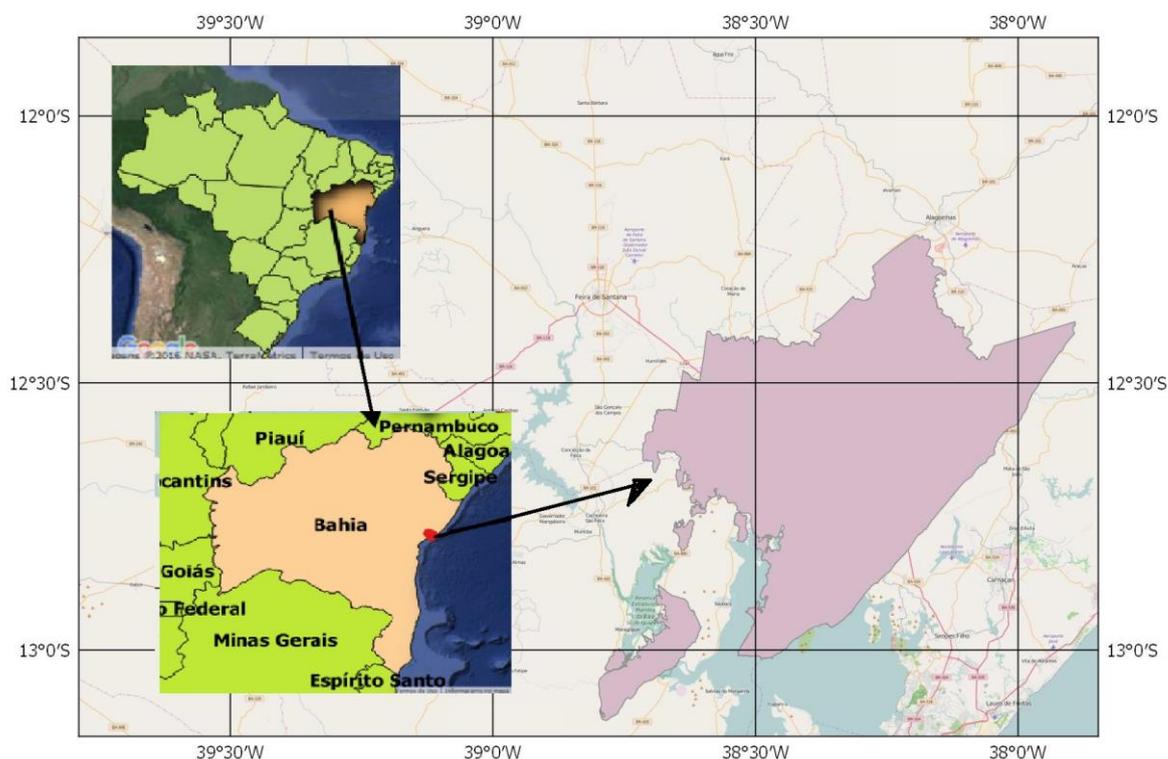


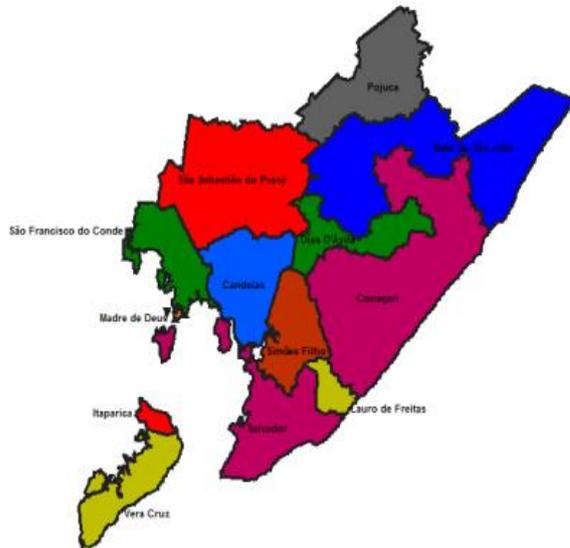
Figura 1. Mapa de localização da Cidade de Salvador
 Fonte: O autores

1.2 Dados de mobilidade

A Secretaria de Infraestrutura do Estado da Bahia, SEINFRA realizou a Pesquisa Origem e Destino Domiciliar, pelos modais motorizado dividido em transporte coletivo e individual e o modal não motorizado da Região Metropolitana de Salvador. A pesquisa abrange os municípios de Camaçari, Candeias, Dias D'Ávila, Itaparica, Lauro de Freitas, Madre de Deus, Mata de São João, Pojuca, Salvador, São Francisco do Conde, São Sebastião do Passé, Simões Filho e Vera Cruz. A pesquisa Origem e Destino totalizou 232 zonas de tráfego, sendo que 152 estão na Cidade de Salvador. Este zoneamento levou em consideração: compatibilidade com os limites dos municípios; limites de setores censitários de 2010 do IBGE; o sistema de transporte; os equipamentos urbanos; as barreiras físicas; e as áreas vazias. O plano amostral levou em conta pelo menos 500 domicílios em cada zona que foram sorteados para a pesquisa (SEINFRA, 2012). A Figura 2 apresenta o mapa com os municípios e as zonas de tráfego. Neste trabalho utilizamos o atributo “viagens produzidas por transporte coletivo no pico da manhã”, pois este tipo de viagem ocorre somente onde há habitantes o mesmo pode não ocorrer com o a variável “viagens atraídas”, pois em um distrito industrial as viagens são atraídas e não tem habitantes.

Mapa 1 - Municípios

13 municípios



Mapa 2 – Zonas de pesquisa

232 zonas

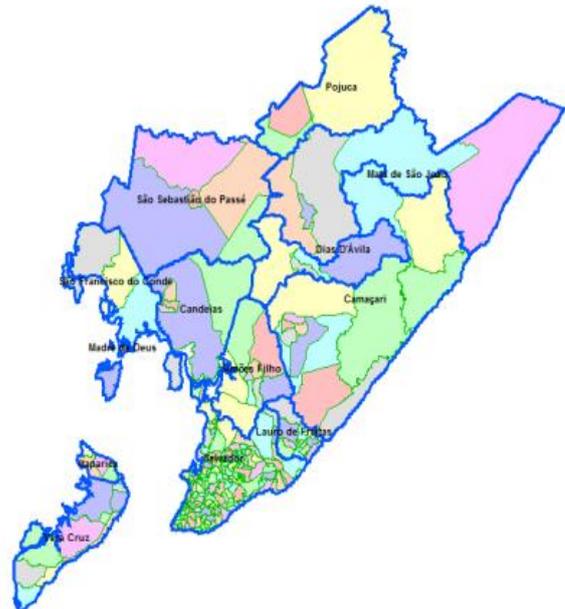


Figura 2. Mapas dos 13 municípios e as 232 zonas de pesquisa

Fonte: Secretaria de Infraestrutura do Estado da Bahia (SEINFRA, 2012)

1.3 Grade regular para fins estatísticos.

A grade regular para fins estatísticos não é uma novidade o Japão iniciou a divulgação na década de 1970 (JAPAN STATISTIC BUREAU, 2010) e vários países ofertam dados estatísticos por grades regulares como a Noruega (STRAND; BLOCH, 2009) e a Áustria (STATISTIK AUSTRIA, 2013). A Figura 3A mostra a grade de referência da Dinamarca de 100Km² (cinza) e de 10Km² (verde) e a Figura 3B mostra a grade de 100m² com o total de habitantes em tons de azul em torno da loja “Magazin du Nord”, as zonas concêntricas têm 1000m.

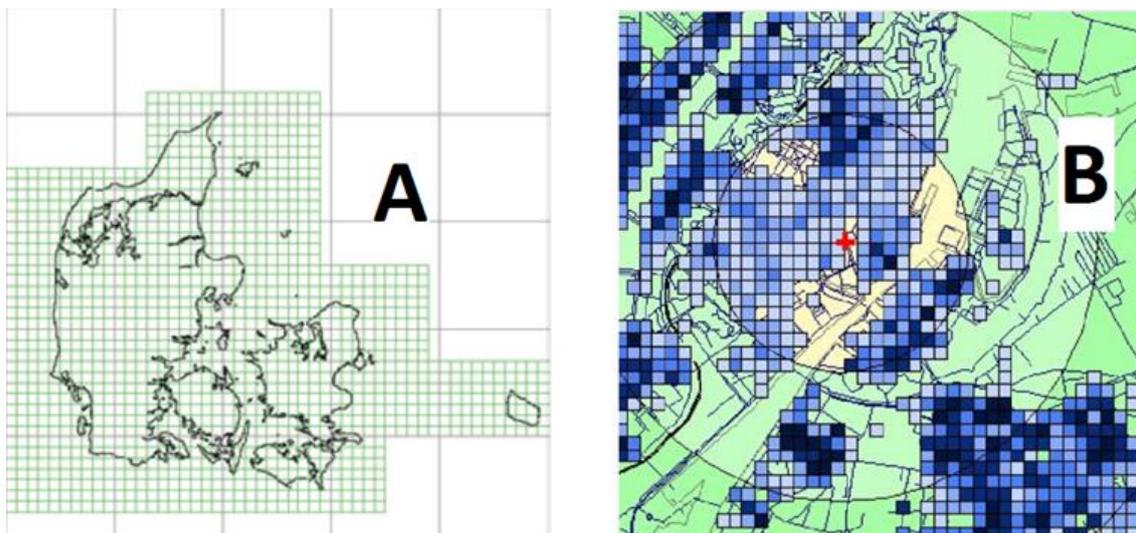


Figura 3. Grade de 100km² em cinza e 10 Km² em verde (A). Número de habitantes da loja “Magasin du Nord” em Copenhagen, células de 100m² (B)

Fonte: Adaptado de STATISTICS DENMARK (2012)

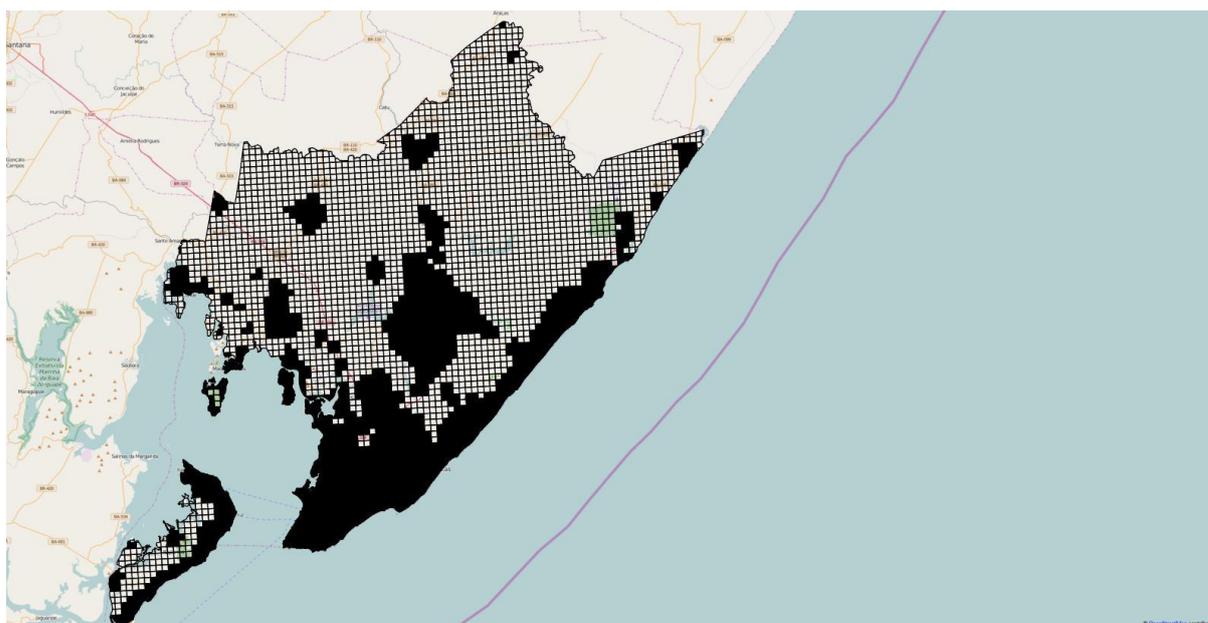


Figura 4. Região metropolitana de Salvador sobreposta à grade regular do IBGE.

Fonte: adaptado de IBGE (2011)

2. Metodologia

Os softwares utilizados neste trabalho são de código aberto (Open Source) e são:

- Software de SIG QGIS® v. 2.14 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2014); e
- Banco de dados PostgreSQL (POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP, 2015), com a extensão PostGIS (POSTGIS DEVELOPMENT TEAM, 2015).

Os dados de Salvador e Região Metropolitana foram obtidos nos sites do IBGE e da CPRM que são:

- Grade para fins estatísticos do IBGE, (IBGE, 2016), originalmente concebidos na Projeção Equivalente de ALBERS/SIRGAS2000, Meridiano Central -54°, Latitude de

Origem -12°, 1° Paralelo Padrão -2°, 2° Paralelo Padrão – 22°, Origem E: 5.000.000, Origem N: 10.000.000 e depois foi reprojeta para coordenadas Geográficas/SIRGAS2000 (EPSG:4674);

- Mapa das estações do metrô de Salvador, Projeção UTM/SIRGAS2000 Zona 24S (EPSG:31999) (CPRM, 2015);e
- Mapa das zonas de tráfego da região metropolitana de Salvador, Projeção UTM/SAD69, Zona 24S (EPSG: 29194). (DELGADO, 2014).

Os dados foram integralmente processados no banco de dados com o seguinte procedimento:

1. Criar uma nova Projeção ALBERS/SIRGAS2000 no banco de dados. A grade foi criada nesta projeção originalmente.
2. Importação da grade para fins estatísticos do IBGE, Mapa das estações do metrô e Mapa de zonas tráfego para o banco PostreSQL, com o aplicativo PostGIS Shapefile and DBF loader;
3. Conversão dos mapas para a projeção Equivalente de Albers/SIRGAS2000, para ter conformidade com os dados do IBGE e possibilitar cálculos de áreas;
4. Reamostragem da grade: para compatibilizar os dados para a grade de 200m, todas as grades de 1Km foram refinadas para 200m e os dados distribuídos uniformemente;
5. Intersecção espacial entre a grade regular reamostrada com o mapa das zonas de tráfego;
6. Cálculo da população do polígono: devido intersecção espacial é necessário recalcular os dados de população proporcionalmente à área que ocupa;
7. Cálculo da população total por zona: é feito o cálculo da população total por zona para distribuir os dados de viagem por polígono;
8. Cálculo das viagens por polígono: calcula-se a proporção da viagem em cada polígono, é dada pela fórmula: $viagem = (viagem * população\ do\ polígono) / (população\ total\ da\ zona)$;
9. Cálculo de centroides: calcula-se os centroides dos polígonos para cálculo de população;
10. Área de influência (buffer) das estações de metrô: calcula-se a região de influência para o modal a pé, ou seja, a 500m de cada estação; e
11. Cálculo da população atendida e demanda por “viagens por transporte coletivo no pico da manhã” até 500m por estação de metrô.

O fluxograma do processamento é mostrado na Figura 5, as caixas retangulares indexadas por letras representam os dados e os losangos os processamentos. Um detalhe dos dados processados referentes às caixas do fluxograma e indicados das letras de ‘a’ a ‘k’ é mostrado na Figura 6.

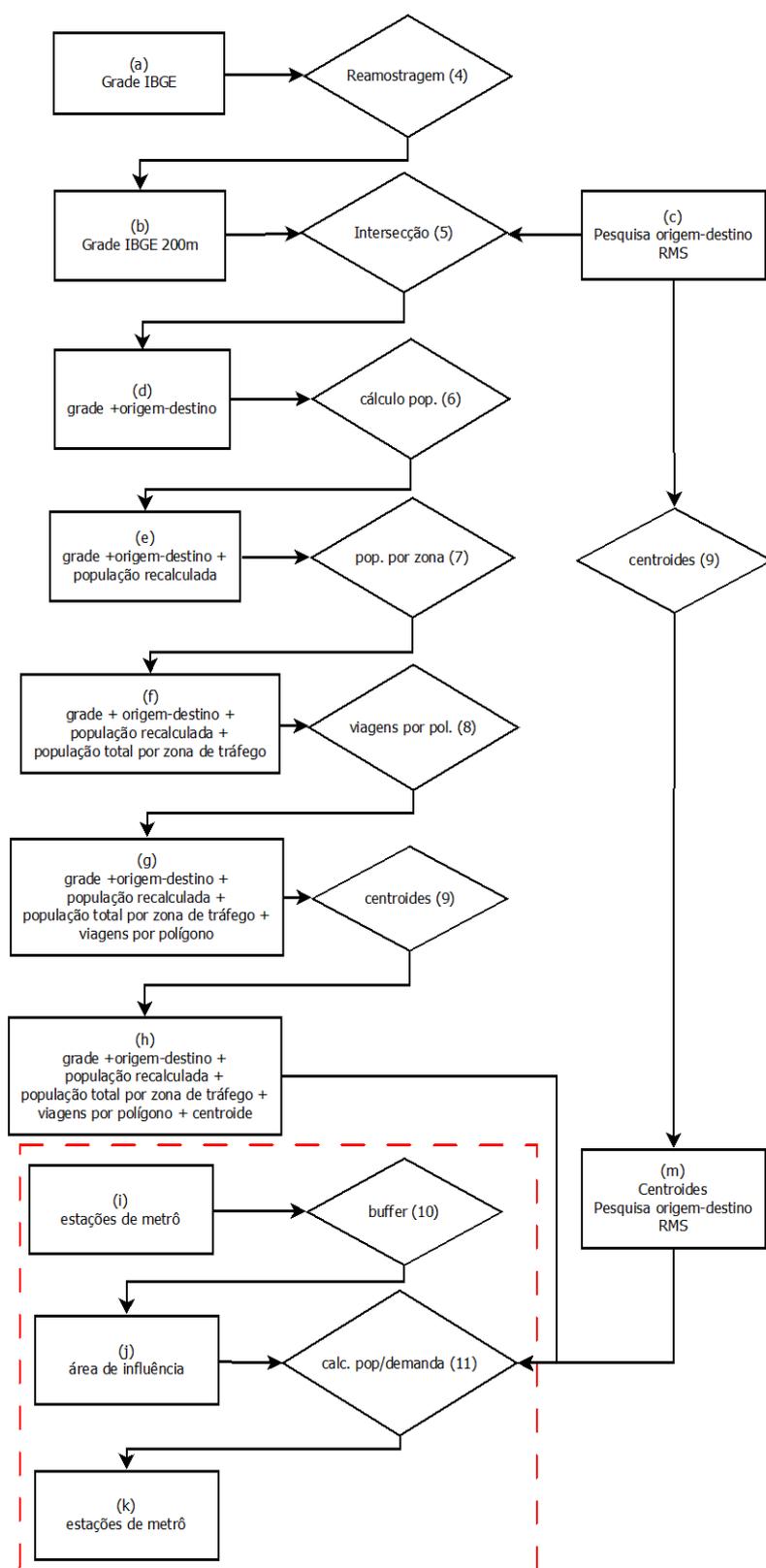


Figura 5. Fluxo do processamento dos dados, na caixa vermelha o cálculo da população atendida pelas estações de metrô.

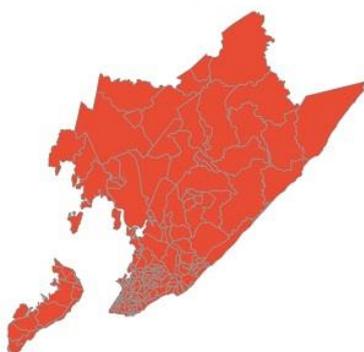
Fonte: os autores

463	223	0	0	2	5	5
1599	565	5	4	5	5	5
956	389	61				
17	5					
5	5					
5	5					
5	5					
4	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0

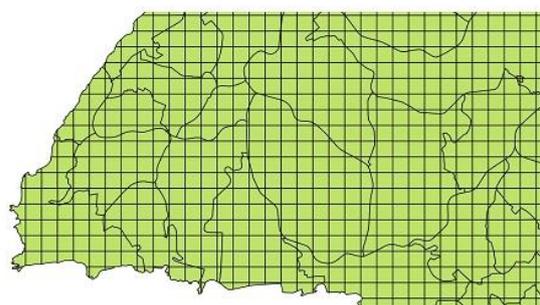
(a)

463	223	0	0	2	5	5
1599	565	5	4	5	5	5
956	389	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
17	5	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
5	5	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
5	5	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
5	5	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
4	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0

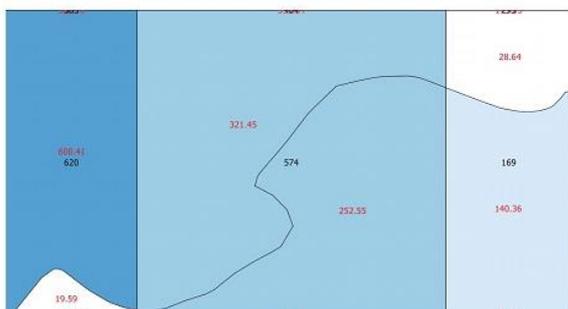
(b)



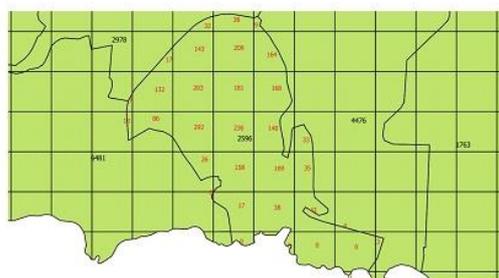
(c)



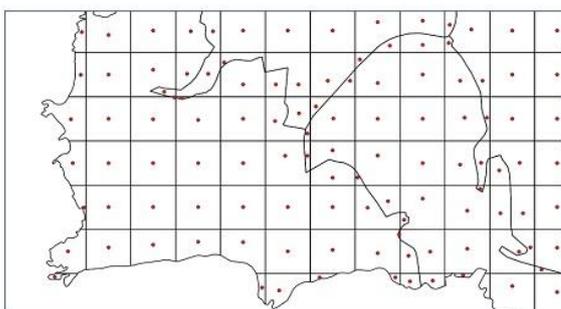
(d)



(e)



(f)



(h)



(k)

Figura 6. Detalhe dos dados processados nas várias fases do processamento.

3. Resultados

Foram feitos dois mapas utilizando o atributo “viagens produzidas por transporte coletivo no pico da manhã”. O primeiro mapa, Figura 7A, foi obtido com dados originais da pesquisa

Origem-Destino da Região Metropolitana de Salvador e o segundo, Figura 7B, processado por grades regulares do IBGE. Estes mapas trazem um panorama da demandada espacial por transporte público, ambos foram normalizados pela área em hectares. As viagens produzidas são intrínsecas ao quantitativo populacional, portando estes mapas têm significância somente nas regiões com população residente. A Figura 8A mostra uma zona de tráfego compilada com 100 ‘viagens produzidas’/há e a Figura 8B mostra as nuances desta mesma zona complementada pela grade.

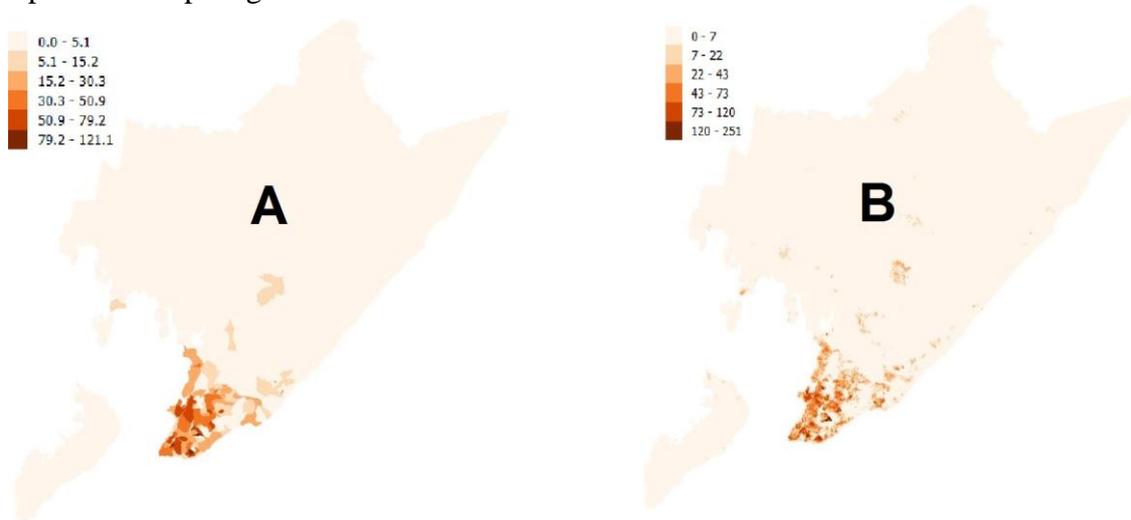


Figura 7. Mapa de viagens produzidas por transporte coletivo no pico da manhã normalizados pela área em hectares, à esquerda com dados originais e à direita com processamento por grades regulares.

Fonte: Os autores.

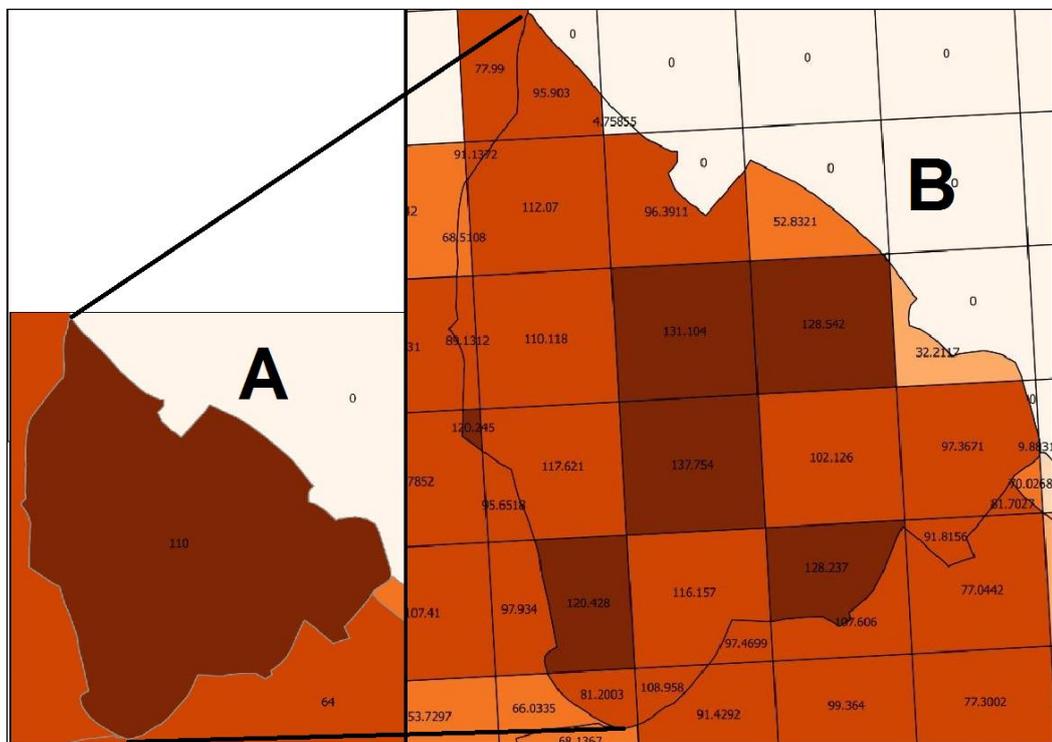


Figura 8. Detalhe do Mapa de viagens produzidas sem processamento (A) e com processamento por grades regulares (B).

Fonte: Os autores

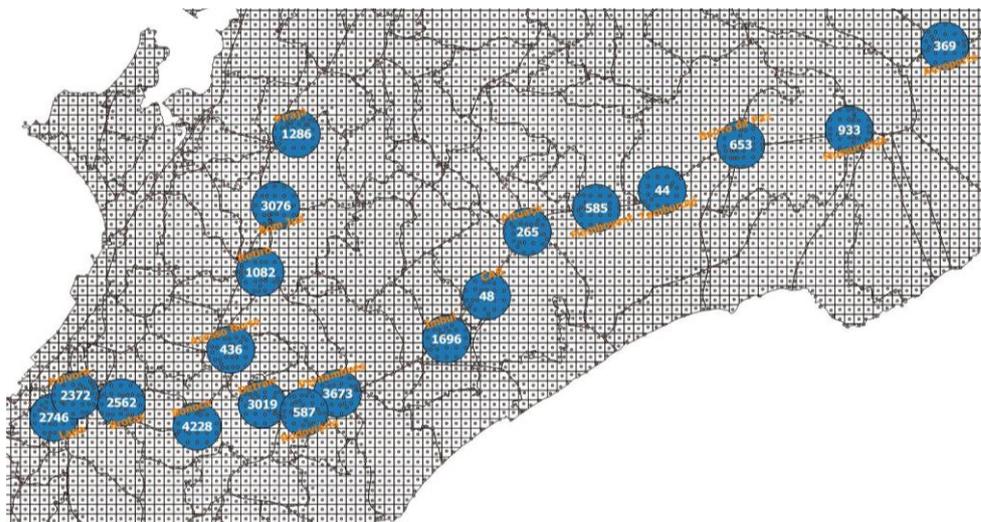


Figura 11 – Usuários potencialmente atendidos para “viagens de transporte coletivo no pico da manhã” pelas estações de metrô com os dados da pesquisa Origem-Destino processados pela grade do IBGE.

Fonte: Os autores

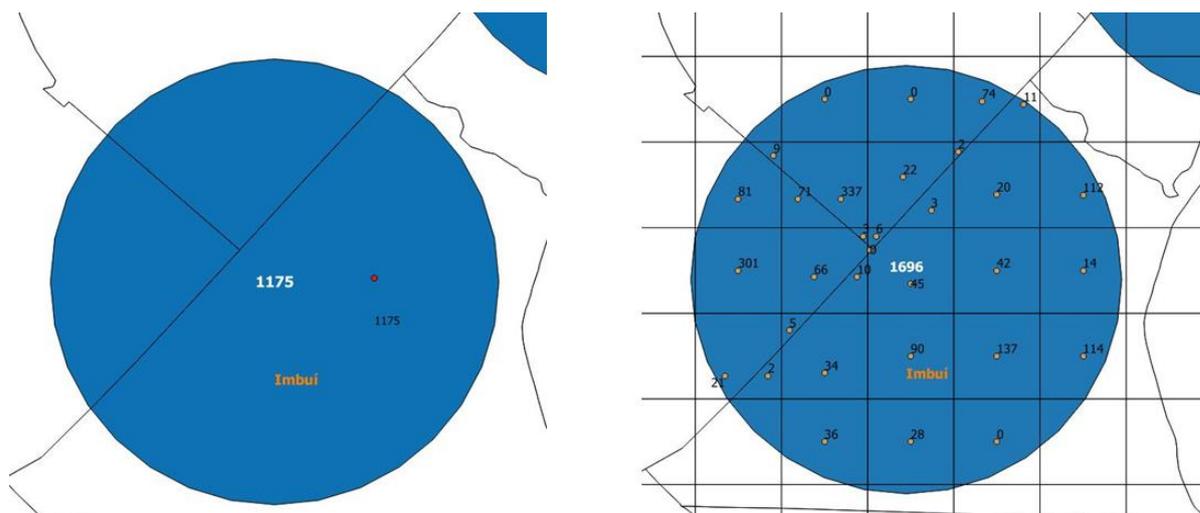


Figura 12 – Detalhe do atendimento para “viagens de transporte coletivo no pico da manhã” pela estação de metrô Imbuí. Na figura à esquerda com dados originais e à direita como dados processados com a grade do IBGE.

Fonte: Os autores

4. Conclusões

Como esperado, a maior resolução espacial da grade trouxe a vantagem no tocante à qualidade da informação das viagens produzidas, fornecendo uma ferramenta valiosa para o planejamento urbano, e fica evidente no caso dos potenciais passageiros atendidos pelo metrô, fornecendo um dado mais preciso e próximo da verdade. Neste trabalho o tema transporte urbano foi integrado ao novo modelo de grade, no entanto outras possibilidades se arvoream como no mapeamento de vulnerabilidades, prevenção e mitigação a riscos, modelagem dinâmica e desenvolvimento populacional.

Referências Bibliográficas

- CCR METRÔ BAHIA. **Mapa da linha | CCR Metrô**. Disponível em: <<http://www.ccrmetrobahia.com.br/linha-1/mapa-da-linha>>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- CPRM. **CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO: MUNICÍPIO DE SALVADOR-BA**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/suscetibilidade/SIG_Salvador1a_290615.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.
- DELGADO, J. P. M. Organização Social do Território e Mobilidade Urbana na Região Metropolitana de Salvador, Bahia. In: CARVALHO, I. M. M. DE; PEREIRA, G. C. (Eds.). **Salvador: transformações na ordem urbana: metrópoles: território, coesão social e governança democrática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2014. p. 199–235.
- IBGE. **Malha de Setores Censitários 2010**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/censo_2010/setores_censitarios/1_leia_me/Malha_d_e_Setores_Censitarios_2010.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2015.
- IBGE. **Grade Estatística**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>.
- JAPAN STATISTIC BUREAU. **Compilation and Dissemination of Statistical Information**. Disponível em: <<http://www.stat.go.jp/english/data/mesh/01.htm>>. Acesso em: 14 jul. 2016.
- MONMONIER, M. **How to Lie with Maps**. 1. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1991.
- POSTGIS DEVELOPMENT TEAM. **PostGIS**, 2015. Disponível em: <<http://postgis.net/>>
- POSTGRES GLOBAL DEVELOPMENT GROUP. **PostgreSQL**, 2015. Disponível em: <<http://www.postgresql.org/>>
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System 2.4**, 2014. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>
- ROCHA, F. U. S. **O PERFIL DA MOBILIDADE DE SALVADOR (1975 A 2012): A CIDADE DIVIDIDA**. Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA: Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), 2014.
- ROSA, S. J. **Transporte e Exclusão Social : A Mobilidade da População de Baixa Renda da Região Metropolitana de São Paulo e Trem Metropolitano Transporte**. Universidade de São Paulo, São Paulo: Dissertação (Mestrado em Engenharia), 2006.
- SEINFRA. **PESQUISA DE MOBILIDADE NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR - 2012**. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.ba.gov.br/arquivos/File/publicacoes/sinteseODSSalvadorRMS.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2016.
- STATISTICS DENMARK. **The national square grid v.2**. Disponível em: <<http://www.dst.dk/ext/952926579/0/kundecenter/Fact-sheet-about-The-National-Square-Grid-V-2--pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2015.
- STATISTIK AUSTRIA. **Statistical grids Data and Fees**. n. May, 2013.
- STRAND, G.; BLOCH, V. V. H. **Statistical grids for Norway. Documentation of national grids for analysis and visualisation of spatial data in Norway**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.ssb.no/english/subjects/01/90/doc_200909_en/doc_200909_en.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2015.