

## METODOLOGIA PARA ADEQUAR UMA GRADE REGULAR AOS MAPAS TEMÁTICOS E GENERALIZAR MAPAS TEMÁTICOS

Fernando Yutaka Yamaguchi<sup>1</sup>, Mauro José Alixandrini Júnior<sup>2</sup>, Vivian de Oliveira Fernandes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng° Elétrico, Tecnologista de Informações Geográficas e Estatísticas, IBGE, Salvador, BA, fernando.yamaguchi@ibge.gov.br

<sup>2</sup>Eng° Cartógrafo, Professor da UFBA, Salvador, BA, mauro.alixandrini@ufba.br

<sup>3</sup>Eng° Cartógrafa, Professora da UFBA, Salvador, BA, vivian.fernandes@ufba.br

**RESUMO:** O modelo de grades regulares tem sido usado na área ambiental e mais recentemente foi incorporado à área socioeconômica. O objetivo deste trabalho é obter o ajuste da resolução espacial de uma grade regular a um mapa temático visando solucionar o imbróglgio de generalização de mapas temáticos. Propõe-se generalizar o mapa temático (escala de 1:25.000) de outro trabalho, que foi pré-avaliado e mostrou ter vários polígonos espúrios com áreas insignificantes para a escala e polígonos de mesma classe muito próximos, havendo necessidade de compatibilizá-los. A grade regular com resolução espacial de 200 m foi submetida ao mapa temático generalizado e o resultado foi insatisfatório, então a grade regular foi refinada para 25m (1 mm da escala de 1:25.000) de resolução espacial e chegou-se a um resultado satisfatório.

**PALAVRAS-CHAVE:** SIG, generalização, grade regular.

### INTRODUÇÃO:

O modelo de dados por grades regulares não é recente, sendo empregado principalmente na área ambiental, como a climatologia (COLLINS et al., 2013) e, mais recentemente, com o advento das geotecnologias, na área socioeconômica (SEHLIN, 2011). Muitos autores destacam a importância do modelo de grade regular para os dados socioeconômicos, pois traz, principalmente, a possibilidade de comparação estatística no tempo (BUENO, 2014; TAMMILETHO-LUODE, 2011). YAMAGUCHI, FERNANDES e ALIXANDRINI JR. (2016) publicaram um trabalho utilizando a grade estatística do IBGE (2016) e as suscetibilidades por inundação e movimento de massa da CPRM (2015) para produzir mapas de vulnerabilidade. Os resultados não foram satisfatórios, chegando-se à conclusão que a escala das cartas de suscetibilidades (1:25.000) é incompatível com a resolução espacial da grade (200 m). Para trabalhos futuros foi sugerido verificar se as cartas de suscetibilidade estavam realmente na escala de 1:25.000 e determinar a grade adequada para esta escala.

### MATERIAL E MÉTODOS:

A área de estudo abrange a Cidade de Salvador, capital do Estado da Bahia, localizada entre as coordenadas geográficas 38°42' — 38°34' longitude Oeste e 12°54' — 13°00' Latitude Sul (Figura 1). Salvador está inserida na Região Metropolitana de Salvador com mais nove cidades. (SEI, 2014)

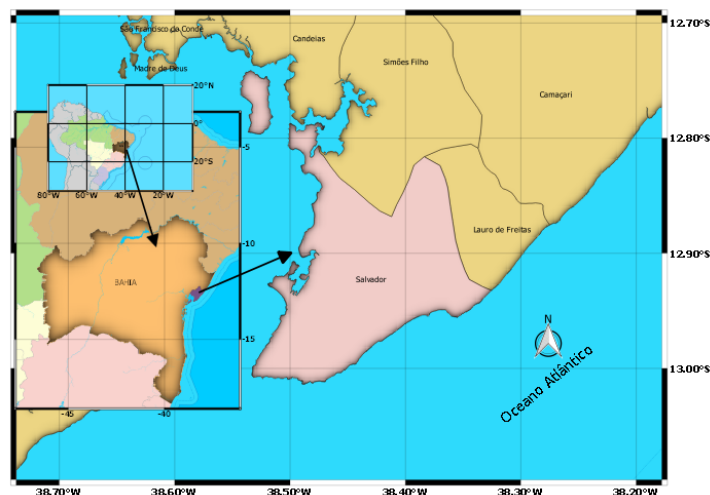


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.

#### Materiais:

Os softwares utilizados neste trabalho são de código aberto (*Open Source*), a saber:

- QGIS v. 2.14 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2016);
- GRASS GIS v7.02 (GRASS DEVELOPMENT TEAM, 2012);
- Banco de dados PostgreSQL (POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP, 2015), com a extensão PostGIS (POSTGIS DEVELOPMENT TEAM, 2015); e
- Software estatístico R (R CORE TEAM, 2015), com as extensões DBI (R SPECIAL INTEREST GROUP ON DATABASES, 2014) e RPostgreSQL (CONWAY *et al.*, 2013).

Os dados de Salvador foram obtidos nos sites do IBGE e da CPRM: Grade para fins estatísticos do IBGE (IBGE, 2015); Carta de Suscetibilidade a Inundações de Salvador (CPRM, 2015).

#### Método:

Para este procedimento foi utilizado como parâmetro o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) que conceitua a unidade mínima de mapeamento, UMM, e define a área mínima de 5 mm x 5mm da escala, ou seja, na escala de 1:25.000, o menor polígono deve ter uma área equivalente de 125 m x 125m, totalizando 15625 m<sup>2</sup>. A generalização operou sobre a carta de suscetibilidade por inundação devido à sua maior sensibilidade em relação à suscetibilidade por movimento de massa (YAMAGUCHI; FERNANDES; ALIXANDRINI JR., 2016). Foi feita uma pesquisa prévia com três seleções por área: com área menor que 1m<sup>2</sup>, que obteve um retorno de 602 polígonos; com área menor que 1 mm<sup>2</sup> da escala (625m<sup>2</sup>) que retornou 2752 polígonos; e com área menor que 5 mm<sup>2</sup> da escala (15625 m<sup>2</sup>) que retornou 4166 polígonos.

Para generalizar o mapa de suscetibilidade foi utilizado um processo automático para unir os polígonos próximos de mesma classe, utilizando o operador morfológico de fechamento (BANON; BARRERA, 1994) do software SAGA. Inicialmente o mapa de suscetibilidade foi convertido em formato matricial com resolução espacial de 1m, importado para o SAGA e executado o operador morfológico de fechamento com diâmetro de 5 pixels (5 m), que representa 0,2 mm na escala de 1:25.000, que é o “Erro máximo admissível na elaboração de desenho topográfico” (ABNT, 1994, p.3). A Figura 2A mostra um detalhe antes do processamento e a Figura 2B após o processamento.

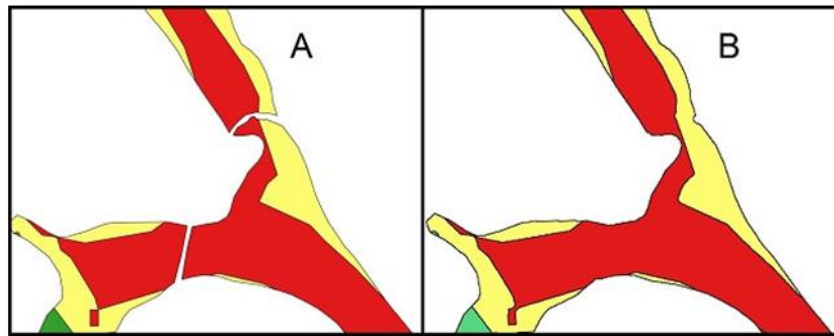


Figura 2 - Detalhe do vetor original de inundação (A) e processado pelo algoritmo de fechamento (B).

O mapa matricial foi convertido para vetor no QGIS. O procedimento normal é acoplar os polígonos com área menor que 15625 m<sup>2</sup> a um dos polígonos vizinhos com maior área ou a maior aresta em comum, mas isso pode trazer um erro de generalização quando muitos polígonos menores são adjacentes, para evitar este problema, optou-se por fazer uma seleção escalonada. O escalonamento inicia-se com área de 1 mm<sup>2</sup>, ou seja, 625 m<sup>2</sup>, e acrescenta-se esta área a cada iteração até atingir a área mínima mapeável, neste caso houve 25 iterações. Para remoção de áreas foi utilizado o operador v.clean (tool = rmarea) do software GRASS. A Figura 3A mostra um detalhe do mapa de suscetibilidade original e a Figura 3B após o processamento da limpeza. As classes do mapa reeditado foram generalizadas na grade por maioria zonal no QGIS (BARBOSA, 1997).

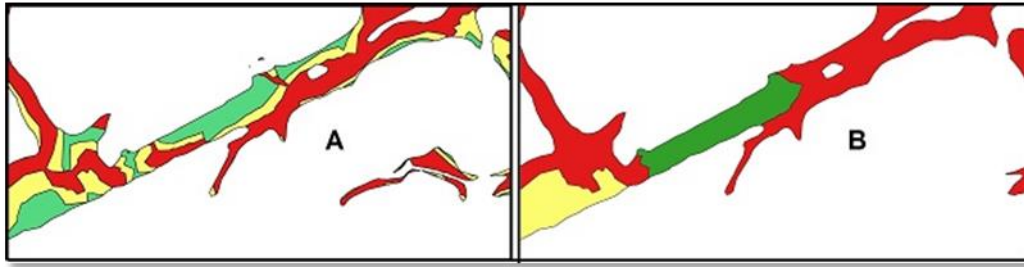


Figura 3 – Detalhe de carta de suscetibilidade por inundação original (A) e generalizado (B).

A Figura 4 mostra um extrato do mapa de suscetibilidade por inundação generalizado pela grade regular. Para cada célula foi atribuída as respectivas classes de suscetibilidades.

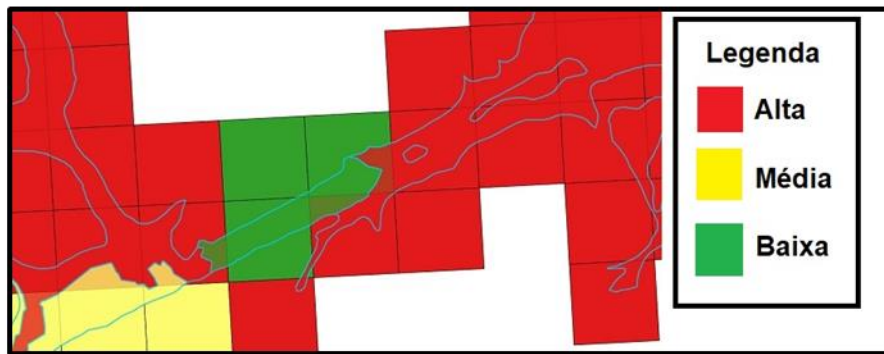


Figura 4 - Mapa de inundação generalizado pela grade estatística sobre o mapa de suscetibilidade reeditado

Foi realizada uma simulação com uma grade de 25m de resolução espacial, 1mm da escala do mapa, com os dados de suscetibilidade por inundação reeditado.

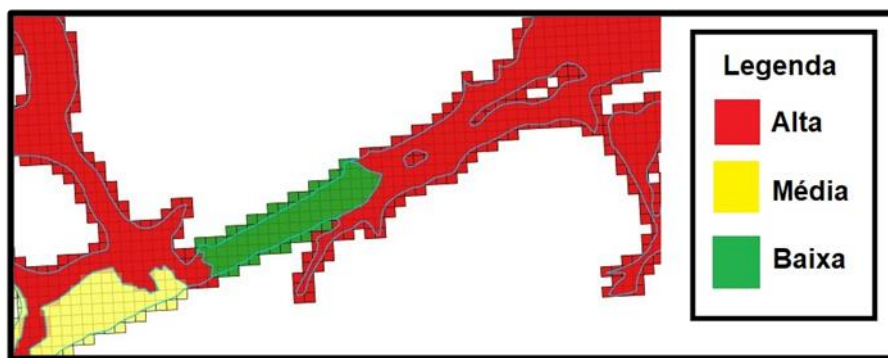


Figura 5 - Mapa de inundação generalizado por grade simulada com resolução espacial de 25m.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Para a elabora o do mapa de vulnerabilidade é importante saber a localiza o e a quantidade de pessoas sob ameaça. Neste contexto, a grade assume um papel essencial devido a sua granularidade, normalmente maior que os setores censitários. Para aferir a viabilidade da grade foi feita a totaliza o das áreas ocupadas pela grade e comparada com os dados originais da CPRM. Os resultados desta aplica o, utilizando a carta de suscetibilidade por inundação da CPRM, são mostrados na Tabela 1, com o total da área sob as classes de suscetibilidade por inundação. A primeira coluna mostra as classes de suscetibilidade, a segunda a área ocupada pelas classes originais da CPRM e a terceira coluna as áreas das classes processadas.

Tabela 1- áreas ocupadas por classes de suscetibilidade por inundação: dados da CPRM e generalizados pela grade por pondera o e maioria zonal.

Classes de Suscetibilidade por inundação	Área por classe de suscetibilidade da CPRM (ha)	Área por classe generalizada pela grade (ha)	Diferença percentual
Alta	2.032	7.431	265%
Média	633	1.519	140%
Baixa	67	172	156%
<b>Total</b>	<b>2.732</b>	<b>9.122</b>	<b>234%</b>

Fonte: Adaptado de YAMAGUCHI, FERNANDES e ALIXANDRINI JR. (2016)

No cômputo da suscetibilidade por inundação, houve uma superestimação em todas as classes, tendo totalizado 234% de diferença.

A Tabela 2 mostra os resultados com o mapa de suscetibilidade da CPRM reeditado e a generalização pela grade por maioria zonal. Apesar da maior generalização do mapa reeditado, os resultados são praticamente os mesmos em relação ao mapa sem edição.

Tabela 2 — Área em hectares por classes de suscetibilidade do mapa reeditado por inundação e generalizados pela grade por maioria zonal.

Classes de Suscetibilidade por inundação	Área por classe de suscetibilidade do mapa reeditado (ha)	Área por classe generalizada pela grade (ha)	Diferença percentual
Alta	2389	7736	224%
Média	304	588	93%
Baixa	11	40	264%
<b>Total</b>	<b>2704</b>	<b>8364</b>	<b>209%</b>

A Tabela 3 mostra o resultado com a simulação da grade com resolução espacial de 25 m, houve uma superestimação geral de 30%.

Tabela 3 — Área em hectares por classes de suscetibilidade do mapa reeditado por inundação e generalizado pela grade por maioria zonal com grade de 25m.

Classes de Suscetibilidade por inundação	Área por classe de suscetibilidade do mapa reeditado (ha)	Área por classe generalizada pela grade (ha)	Diferença percentual
Alta	2389	3100	30%
Média	304	404	32%
Baixa	11	15	36%
<b>Total</b>	<b>2704</b>	<b>3519</b>	<b>30%</b>

## CONCLUSÕES:

O mapa de vulnerabilidade por inundação com resolução simulada de 25 m, ou seja, 1 mm na escala de 1:25.000, superestimou a área real em torno de 30%. Apesar desta discrepância, é possível obter bons resultados, assim conclui-se que a resolução espacial da grade regular deve ser no mínimo 1mm da escala de trabalho.

A avaliação prévia trouxe uma série de polígonos espúrios, ou seja, polígonos irrelevantes para a escala, como os 602 polígonos com área menor que 1m<sup>2</sup>, e a separação indevida entre classes muito próximas. Diante destes dados, deduz-se que a CPRM não teve um critério para pós-processar os dados. Assim, este trabalho traz a sua contribuição com uma metodologia para suprir essa deficiência utilizando somente softwares livres.

## REFERÊNCIAS:

ABNT. NBR 13133 Execução de levantamento topográfico. . 1994, p. 1–35.

- BANON, G. J. F.; BARRERA, J. **Bases da morfologia matemática para análise de imagens binárias**. Recife: UFPE-DI, 1994.
- BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de Mapas e suas Aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos -SP: Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), 1997.
- BUENO, M. DO C. **Grade estatística: uma abordagem para ampliar o potencial analítico de dados censitários**. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas -SP: Tese (Doutorado em Demografia), 2014.
- COLLINS, S. N. et al. Grids in Numerical Weather and Climate Models. In: **Climate Change and Regional/Local Responses**. [s.l.] InTech, 2013. p. 111–128.
- CONWAY, J. et al. **RPostgreSQL: R interface to the PostgreSQL database system**, 2013. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/package=RPostgreSQL>>
- CPRM. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - SIG**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html#bahia>>. Acesso em: 20 out. 2015.
- GRASS DEVELOPMENT TEAM. **Geographic Resources Analysis Support System (GRASS 7) Programmer's Manual** USA Open Source Geospatial Foundation, , 2012. Disponível em: <<http://grass.osgeo.org/programming7/>>
- IBGE. **Grade Estatística: Guia de utilização**. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>. Acesso em: 26 out. 2015.
- IBGE. **Grade Estatística**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>.
- IBGE, I. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- 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 Open Source Geospatial Foundation Project**, 2016. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org.>>. Acesso em: 10 mar. 2016
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing** Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2015. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>
- R SPECIAL INTEREST GROUP ON DATABASES. **DBI: R Database Interface**, 2014. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/package=DBI>>
- SEHLIN, J. **Production of grid statistics at Statistics Sweden** EUROPEAN FORUM FOR GEOSTATISTICS WORKSHOP. **Anais...**Lisboa, Portugal: 2011
- SEI. Região Metropolitana de Salvador. **Estatísticas dos Municípios Baianos**, v. 4, n. 1, p. 203, 2014.
- TAMMILETHO-LUODE, M. Opportunities and challenges of grid-based statistics. **Procedures of 58th World Statistical Congress**, p. 2451–2457, 2011.
- YAMAGUCHI, F. Y.; FERNANDES, V. DE O.; ALIXANDRINI JR., M. J. **Aplicação do Modelo de Grade Estatística para Geração de um Mapa de Vulnerabilidade** 12º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial. **Anais...**Florianópolis, SC: 2016 Disponível em: <<http://www.ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2016/paper/view/190/12>>