

Generalização automática aplicada a contornos de edificações extraídos de imagens de alta resolução

Renan Martins Pombo ¹
Suelen Cristina Movio Huinca ¹

¹ Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curitiba - PR, Brasil
renanpombo@gmail.com, suelen.huinca@gmail.com

Abstract. The development of remote sensing have provided higher resolution images so it made the task of observation, analysis of surface and produce maps faster. But to produce topographic maps from these images is needed vectoring procedures. When you need to build maps on smaller scales, such as screens cell, for example, problems arise from congestion of symbols because several features became overlap and collapse. This makes the representation cartographic confuse and affects their communication. This problem is solved by a set of operations called cartographic generalization. The procedure executed in this research consisted of: collection of image and its georeferencing, vectorization of the buildings, and application of cartographic generalization. In this paper were evaluated methods of automatic generalization, more specifically with respect to operators simplification and aggregation with different parameters. Tests were performed modifying the input parameters of the programs automatic generalization. The data were vectorized in scale of 1:1000 and these were represented after generalization in the scales of 1:2000 and 1:5000. The best result reached resembles the result produced through the generalization which is considered a manual and subjective process. Here it was arbitrated all distances less than or equal to 1 meter would be aggregated or simplified.

Palavras-chave: high resolutions image, buildings, simplification, aggregation, cartographic generalization.

1. Introdução

Imagens de alta resolução espacial constituem uma alternativa para aquisição de dados podendo apresentar vantagens de acordo com a sua disponibilidade, no entanto, quando se realizam procedimentos de vetorização para posteriormente produção de mapas topográficos em diferentes escalas aplicando a generalização, podem ocorrer alguns problemas como congestionamentos de símbolos, coalescência (fusão de símbolos) e sobreposição de feições.

Generalização cartográfica é um conjunto de modificações que ocorre quando há redução da escala. Essas modificações são importantes à medida que pode haver exagero ou realce de alguns objetos tornando distinguíveis e também redução dos detalhes de representação de objetos individuais.

Essa generalização cartográfica manual pode ser executada em ambiente analógico e ambiente digital. Em ambiente analógico os processos são realizados totalmente manuais. Em ambiente digital ainda não se tem uma metodologia prescrita, concreta, porém estudos nesse âmbito ainda vêm sendo desenvolvidos. O que existe em ambiente digital é a associação de procedimentos manuais e digitais.

A base de dados espaciais no ambiente digital é um fator limitante para generalização cartográfica, já para ambiente analógico o fator limitante é a escala.

Em escalas pequenas como, por exemplo, 1:50.000, a generalização cartográfica é um pouco mais complexa de ser executada, pois existem muito elementos que devem ser modificados.

O objetivo deste artigo é testar as ferramentas *Simplify Buildings* e *Aggregation* existente no programa ArcGis, desenvolvida para a generalização de arquivos vetoriais. Os arquivos vetoriais foram obtidos a partir de imagens de alta resolução.

2. Generalização Cartográfica

A generalização cartográfica é um processo baseado na tomada de decisão e na aplicação de operações que resultam numa nova representação. Deve ser realizada de modo a preservar a comunicação cartográfica em representações produzidas por derivação de cartas já existentes. Na fase da construção da carta, a generalização atua na manutenção da comunicação visual das feições, quando são oriundas da redução de escala de visualização (TAURA,2007).

Segundo Jones (1997), a generalização cartográfica é um processo de abstração de informação que depende da escala, pois esta determina o espaço disponível para os símbolos na carta. A seleção das informações importantes em uma base de dados deve resultar em uma representação clara e informativa do fenômeno espacial. A redução de escala é acompanhada pela redução dos detalhes de representação dos objetos individuais, e ao mesmo tempo de exagero ou realce desses objetos para torná-los identificáveis.

Uma das razões de se aplicar a generalização cartográfica está no fato de que a representação cartográfica deve ser adequada às necessidades do usuário, portanto nem tudo o que existe numa carta em determinada escala deve ser representado na escala menor. É parte do projeto cartográfico onde se realizam as transformações nas feições para que com a redução de escala não afete a legibilidade da carta. Desse modo procura-se reduzir a complexidade nas cartas, manter a representação dentro dos limites de acuracidade espacial, e a hierarquia semântica e utilizar uma simbologia adequada (SLOCUM, 1999).

A automatização da generalização de edificações pode ser um grande avanço para a cartografia topográfica, podendo-se produzir mapas corretamente generalizados em várias escalas. Quando a finalidade é criar, eliminar e alterar os pontos definidores de uma feição, os operadores são a simplificação e a suavização. A simplificação elimina pontos em linhas e contornos de polígonos e implica numa redução do tamanho do arquivo original. A suavização desloca e até mesmo acrescenta pontos de forma a produzir elementos com segmentos de linha sem quebras abruptas (MONMONIER, 1991). Há ainda operadores que podem mudar as dimensões de um elemento ou substituí-lo por dados do mesmo tipo. Dentre estes operadores pode-se citar a agregação (MULLER, 1989).

3. Metodologia

Nesta pesquisa testaram-se as ferramentas de generalização cartográfica voltadas aos contornos das edificações. A área teste escolhida foi uma quadra com edificações localizada em uma área urbana em Curitiba no estado do Paraná (Figura 1). As edificações foram extraídas de uma imagem de alta resolução do sensor *Digital Globe* com resolução espacial de 0,50 centímetros datada de 24 de junho de 2009.



Figura 1. Área teste

Primeiramente foi escolhida uma imagem de uma região urbana. Esta foi georreferenciada no software ArcGis. O georreferenciamento de uma imagem compreende uma transformação geométrica que relaciona coordenadas de imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de coordenadas planas de uma projeção cartográfica. Portanto o georreferenciamento da imagem estabelece uma relação entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas usando assim transformações geométricas simples (usualmente transformações polinomiais de 1º e 2º graus) para estabelecer um mapeamento entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas. De uma maneira geral, o processo de georreferenciamento de imagens compreende três grandes etapas. Começa-se com uma transformação geométrica, também denominada mapeamento direto, que estabelece uma relação entre coordenadas de imagem (linha e coluna) e coordenadas geográficas (latitude e longitude), nesta etapa é necessário ter pontos com coordenadas conhecidas para realização dessa transformação. Foram coletados seis pontos de apoio de uma base cartográfica de Curitiba na projeção UTM, Zona 22 e no Datum horizontal SIRGAS 2000. A etapa seguinte faz-se o mapeamento inverso, que inverte a transformação geométrica usada no mapeamento direto, permitindo que se retorne à imagem original para que se definam os níveis de cinza que compõem a imagem corrigida. Esta definição de níveis de cinza ocorre na última etapa, chamada de reamostragem, que nada mais é que uma interpolação sobre os níveis de cinza da imagem original.

A etapa de vetorização consiste gerar arquivos de estrutura vetorial a partir de imagens. Nesse arquivo vetorial representam-se objetos, no caso deste trabalho as edificações. Esse procedimento foi realizado de forma manual no programa ArcGis. Nessa etapa desenharam-se polígonos dos contornos das edificações para criar um *shapefile* (Figura 2).



Figura 2. *Shapefile* dos contornos das edificações

A última etapa de realização deste trabalho foi a generalização. Para aplicá-la no *ArcGis* utilizou-se as ferramentas *Simplify Building* e *Aggregation*. A ferramenta *Simplify Building* foi testada com diferentes tolerâncias de simplificação. Esta ferramenta simplifica as edificações e outras feições com cantos ortogonais como polígonos, reduzindo detalhes de limites e mantendo a sua forma essencial, através de um operador ortogonal. Esta simplificação pode criar novos polígonos simplificados e com novos atributos. Além disso foi aplicado o operador de agregação o qual une feições semelhantes que distam uma certa distância previamente estipulada pelo usuário.

4. Análise dos resultados

A necessidade de simplificar as feições vem da redução de escala. As edificações foram vetorizadas na escala de 1:1.000. Em escalas menores pequenas distâncias podem causar uma fusão entre símbolos e permitir interpretações erradas sobre as feições. Na Figuras 3 são mostradas parte do mapa nas escalas original 1:1000, 1:2.000 e 1:5.000 da esquerda para a direita.

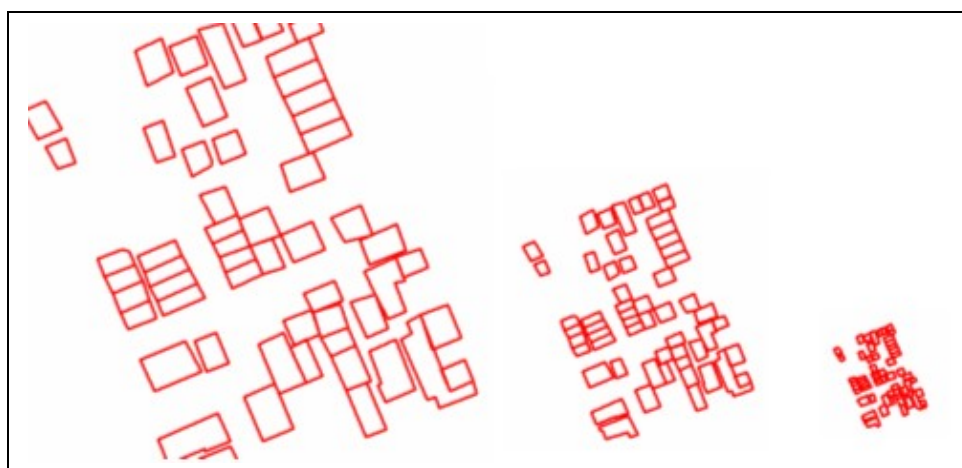


Figura 3 - Da esquerda para a direita edificações nas escalas 1:1000, 1:2000 e 1:5000

Na Figura 4 tem-se uma comparação com o arquivo original e a aplicação das ferramentas *Simplify Building* com simplificações com as tolerâncias de 2m, 10m e 50m. O arquivo vetorial de origem está em vermelho, enquanto que as simplificações estão na cor verde.

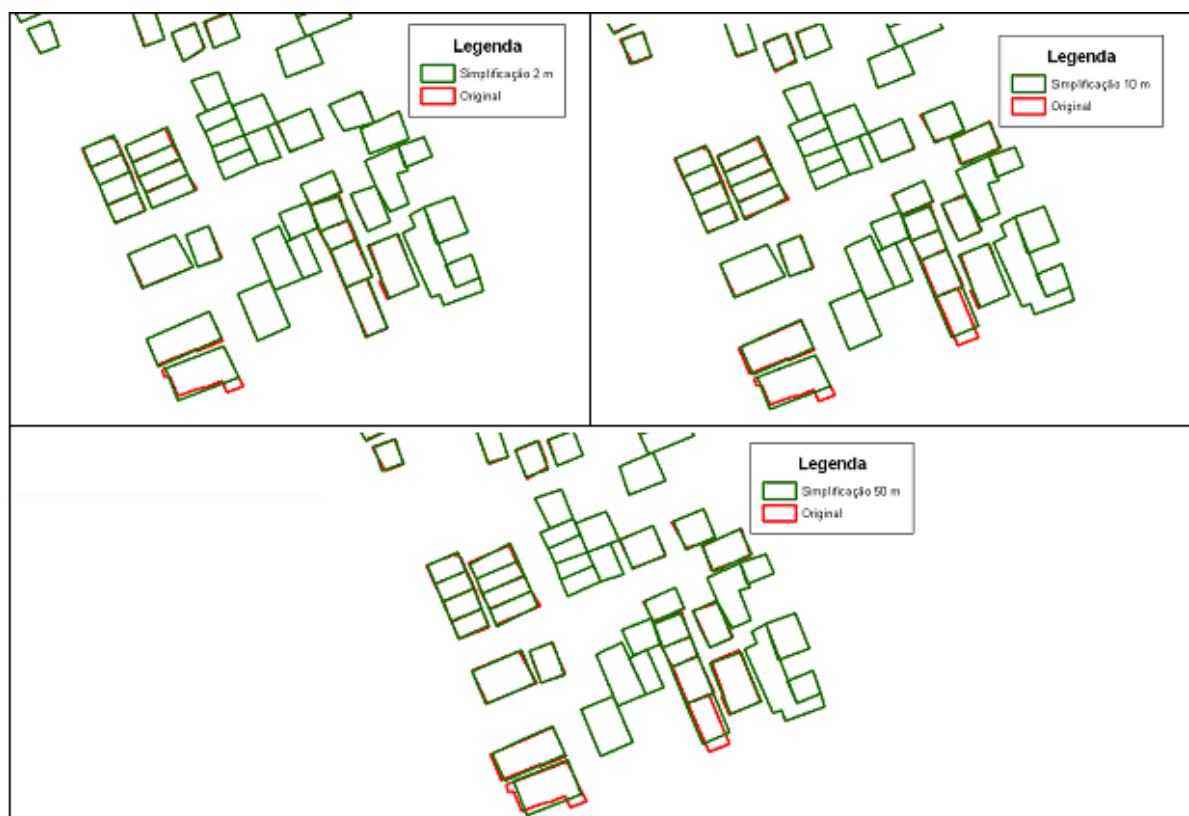


Figura 4 - Comparação do arquivo original com as simplificações de tolerância de 2, 10 e 50 m

Ao analisar as simplificações realizadas na Figura 4 percebe-se que há uma tentativa de manter o paralelismo entre lados opostos das edificações, e quando não existe esta propriedade, o algoritmo embutido na ferramenta rotaciona e desloca as arestas dos polígonos para que esta característica ocorra.

O algoritmo também elimina características que são irrelevantes a uma determinada escala de representação como se nota na Figura 4, em que pequenas reentrâncias são eliminadas, ou há união de semi-retas em uma única aresta do polígono. Quanto maior o valor da tolerância, mais simplificada será a feição.

Com a simplificação dos polígonos já concluída utilizando a ferramenta *Simplify Building*, há ainda a possibilidade de agregar os dados, formando, com isto, blocos residenciais.

Na Figura 5 mostra-se as agregações realizadas automaticamente que diferiam nos parâmetros de distância de agregação dos valores 1 m e 5 m, respectivamente da esquerda para a direita.

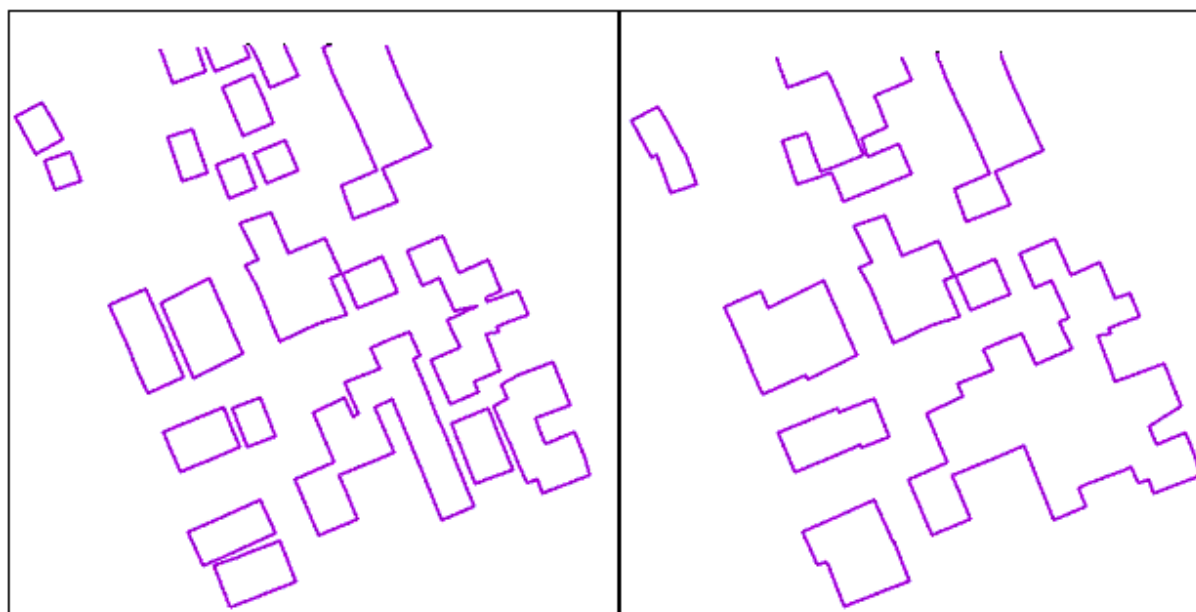


Figura 5 - Agregações de edificações com tolerâncias de 1 e 5 m

A generalização automática que mais se aproximaria ao resultado da forma manual teria um valor de distância entre 1 e 5 metros. Porém os resultados obtidos na Figura 5 mostraram-se bastante eficientes e seriam adequados para escalas menores do que 1:1000. Para realizar uma análise dos procedimentos de generalização fez-se uma totalmente manual e comparou-se com uma automática realizada através da ferramenta *Aggregation*.

A Figura 6 mostra a comparação entre os resultados automático e o obtido pela generalização totalmente manual.

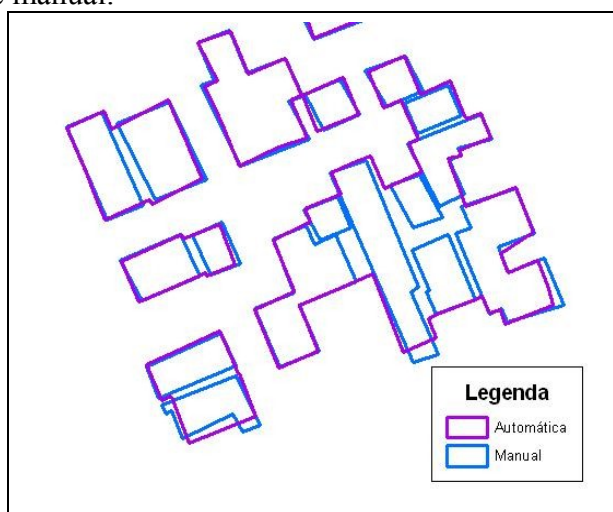


Figura 6 - Comparação entre a generalização automática e manual

5. Conclusões

Nesse trabalho coletou-se uma imagem de área urbana que passou por um processo de georreferenciamento para que se pudessem extrair informações espaciais da região do estudo.

O escopo principal desse trabalho foi realizar análise de generalização a partir da vetorização de edificações obtido de uma imagem de alta resolução. Foram testadas as ferramentas de generalização *Simplify_Building* e *Aggregation* do programa *ArcGis*.

Verificou-se que a ferramenta *Simplify_Building* é mais eficiente do que a outra opção existente voltada a qualquer tipo de polígono onde ocorre a eliminação de pontos.

Seguindo com a generalização, foi executado o operador de agregação para unir edificações que fossem próximas. O resultado mais adequado e mais próximo do que seria feito manualmente foi o atingido com a distância de 5 m para a agregação automática.

Também se analisou a generalização de forma manual e automática. Pode-se observar que a generalização de forma automática através da ferramenta *Aggregation* reuni as edificações. Como recomendação para trabalhos futuros para aplicar a generalização automática em imagens de alta resolução, poderia ser realizado a segmentação dessa imagem.

A partir da segmentação pode-se gerar *shapefile* e aplicar a generalização com as ferramentas do Arc GIS. Também pode-se aplicar as duas ferramentas analisadas neste trabalho *Simplify_Building* e *Aggregation* para solucionar os problemas de contorno e unificar pequenas área em uma única maior, respectivamente.

4.4 Referências bibliográficas

JOÃO, E.M. Causes and Consequences of Map Generalization. In: *Great Britain: Department of Geography and Environment, Taylor and Francis, London School of Economic.*, 1998. 1 ed.

JONES, C.B. Geographical Information Systems and Computer Cartography. 1.ed. New York, Longman, 1997.

SLOCUM, T. A. Thematic cartography and visualization. In: *Upper-Saddle River, NJ: Prentice-Hall.* 1999.

TAURA, T. Estudo da Simbologia para Cartas nas Escalas 1: 2.000, 1:5.000 e 1:10.000 de Mapeamento Urbano do Paranacidade e Generalização Cartográfica. In: *Dissertação apresentada na Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas* (2007).