EXPERIMENTO EM GENERALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DE CARTAS NAS ESCALAS 1:2.000, 1:5.000 E 1:10.000 DE MAPEAMENTO URBANO

TATIANA AYAKO TAURA[1]
CLAUDIA ROBBI SLUTER[2]
HENRIQUE FIRKOWSKI[2]

1 - Embrapa Semi-Árido
BR-428, km 152. C.P. 23, CEP: 56302-970. Petrolina/PE
tatiana.taura@cpatsa.embrapa.br
2- Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - CPGCG
Departamento de Geomática, Curitiba - PR
{robbi, firk}@ufpr.br

RESUMO - Neste trabalho teve-se por objetivo realizar experimentos de generalização cartográfica aplicada ao processo de derivação de representação das feições de vias de acesso, quadras, lotes, edificações e toponímias, nas escalas 1:5.000 e 1:10.000, a partir da escala 1:2.000. A simbologia adotada foi derivada de consulta a usuários. O desenvolvimento do trabalho constou da avaliação cartométrica para detectar possíveis problemas geométricos resultantes da redução de escala e a definição dos operadores a serem aplicados às feições. Os dados usados nos experimentos são oriundos da base de dados do Paranacidade, e foram gerados para reproduzir cartas na escala 1:2.000. Estes dados sofreram generalização cartográfica para as escalas 1:5.000 e 1:10.000. A adoção da simbologia para as escalas menores foi baseada nas respostas obtidas de outro experimento orientado especificamente à avaliação e escolha da simbologia. A aplicação da simbologia às feições componentes das cartas em escala menor comprovou e reforçou a necessidade de se realizar adequação de símbolos para produtos derivados em escala menor. A realização da generalização cartográfica, portanto, conduziu a resultados coerentes com o conceito de projeto cartográfico.

ABSTRACT – The aim of this work was to carry out experiments on cartographic generalization applied to the derivation process of access road, block, lot, building and toponymy representation at 1:5.000 and 1:10.000 scales, from 1:2.000 scale. The adopted symbology was based on consultations with users. The work consisted of cartometric evaluation to detect possible geometric problems resultant of scale reduction, besides definition of operators for the features. The data used in the experiments were obtained from Paranacidade database and were developed to reproduce maps at 1:2.000 scale. These data were subjected to cartographic generalization for 1:5.000 and 1:10.000 scales. The symbology adoption for the lowest scales was based on the results obtained in another experiment specifically directed to symbology evaluation and choice. The symbology application to the features in lower-scale maps proved and reinforced the need of adapting symbols for lower-scale derivative products. Thus, the cartographic generalization performed in the present work led to results consistent with the concept of cartographic project.

1 INTRODUÇÃO

A derivação de cartas em escala menor do que aquela para a qual os dados foram coletados pode acarretar em problemas de ordem geométrica e/ou de ordem semântica. Pelo fato da escala de representação condicionar o montante de informação a representar numa carta, a realização da generalização cartográfica torna-se indispensável. O conjunto de ações que se realiza para manter o poder informativo de uma representação é composto pelas operações de seleção, eliminação, combinação, dentre outras. Estas operações são realizadas com vistas à manutenção da comunicação cartográfica que está intimamente ligada à legibilidade e ao conteúdo semântico representado.

Problemas na simbologia utilizada para representar feições nas escalas derivadas afetam a qualidade do produto cartográfico. Um resultado disso é a possibilidade

de perda no processo de comunicação cartográfica. Os símbolos utilizados para representar as feições numa carta topográfica são especificados de forma que as feições importantes sejam legíveis, e não somente visíveis. A diferença na forma das feições deve ser claramente distinguível. Para atender a essas características deve-se representar essas feições com um tamanho mínimo perceptível para um usuário.

As bases cartográficas digitais urbanas produzidas pelo Paranacidade são definidas nas escalas 1:2.000; 1:5.000 ou 1:10.000, independentemente de processos de generalização cartográfica. Neste trabalho, as cartas nas escalas 1:5.000 e 1:10.000 foram obtidas de derivações da carta na escala 1:2.000. Para representação dessas informações foi utilizada a padronização das feições e as categorias de informações especificadas para as escalas 1:2.000, 1:5.000 e 1:10.000 de acordo com a proposição da Câmara Técnica de Cartografia e Geoprocessamento do Estado do Paraná – CTCG.

Neste trabalho o objetivo foi propor a representação das feições de vias de acesso, quadras, lotes e edificações cuja definição de simbolização depende da aplicação de generalização cartográfica, com utilização dos operadores de generalização cartográfica para uso em mapeamento topográfico de área urbana na escala 1:2.000 para as escalas 1:5.000 e 1:10.000 das bases cartográficas digitais urbanas, com modificações da simbologia determinadas a partir de uma consulta a usuários. Essas modificações foram feitas com o uso do programa Maxicad SA versão 32, que permite realizar edições das feições e a extração de informações referenciadas espacialmente, que individualmente ou agrupadas pode auxiliar na execução da generalização cartográfica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalização cartográfica

O problema cartográfico relativo à quantidade de informação disponível e espaço existente para representação ocorre no momento de representar uma região em uma escala menor. Uma das conseqüências da redução da escala é a necessidade de realizar a generalização cartográfica. Quanto menor a escala de um mapa, maior será o grau de generalização a que os objetos do mundo real, ali representados, foram submetidos.

A generalização cartográfica deve ser realizada como forma de 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.

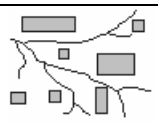
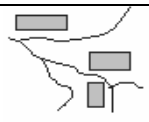
A generalização cartográfica consiste de um conjunto de operações responsáveis pelo restabelecimento das condições de comunicação que os dados cartográficos perderam pelo fato de haver redução de escala (KEATES, 1989).

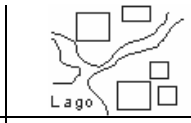
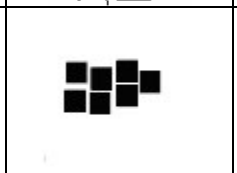
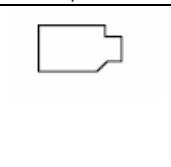
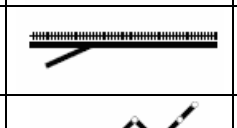
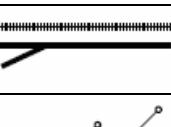
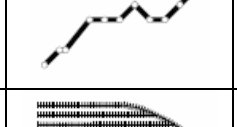
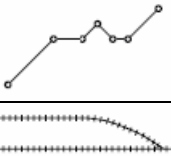
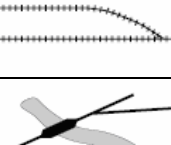
A generalização cartográfica como proposto por McMaster e Shea (McMASTER & SHEA, 1992) é tratada pelos autores como composta por três elementos principais. São eles: os objetivos filosóficos, ou seja, por que generalizar?, a avaliação cartométrica, ou seja, quando generalizar?, e as transformações espaciais e de atributos, ou como generalizar? Neste modelo são reconhecidos e explicitados os requisitos teóricos que justificam a realização do processo de generalização, que são a necessidade de manter eficiente o processo de comunicação cartográfica apesar da imposição de redução de escala de representação e de satisfazer os requisitos ou necessidades do usuário, e os requisitos computacionais como custo efetivo dos algoritmos, necessidade mínima de armazenamento em memória/disco.

Avaliação cartométrica consiste na identificação das condições geométricas, após a redução de escala, que demandam generalização cartográfica.

- Congestionamento é uma superlotação de símbolos pela alta densidade de feições que pode prejudicar o aspecto de comunicação de um mapa.
- Coalescência é a aproximação excessiva entre as feições.
- Conflito é a incompatibilidade entre a feição representada e o seu fundo.
- Complicação ou Dificuldade é caracterizada como a ambigüidade em desempenho ou na aplicação de técnicas de generalização como função daquelas condições específicas.
- Inconsistência é conseqüência da aplicação não uniforme das decisões que acarretam operações de generalização ao longo de uma dada região mapeada.
- Imperceptibilidade é caracterizada por feições que estão abaixo do tamanho mínimo representável no mapa.

A generalização consiste num conjunto de operadores que tratam os dados geométricos, alterando a representação dos dados digitais do ponto de vista geográfico e/ou topológico; e os dados de atributos, manipulando as características secundárias dos elementos. Há situações em que estes operadores são tratados de forma isolada e há situações em que devem necessariamente ser tratados de forma dependente (McMASTER & SHEA, 1992). O Quadro 1 apresenta as definições dos operadores geométricos utilizados nesse trabalho.

Operadores	Carta original	Carta generalizada
Seleção/ Eliminação		

Colapso		
Agregação		
Exagero		
Deslocamento		
Simplificação		
Unificação		
Realce		

Quadro 1: Operadores de transformação espacial
FONTE: adaptado de McMASTER & SHEA (1992)

3. METODOLOGIA

3.1. Generalização Cartográfica

Iniciou-se a generalização cartográfica das classes de feições: vias urbanas; quadras e lotes; edificações e toponímias com a avaliação cartométrica. As cartas na escala 1:2.000 sofreram redução de escala para as escalas 1:5.000 e 1:10.000, sem que houvesse modificação na representação das feições. Estas cartas (1:5.000 e 1:10.000) foram impressas e identificadas situações em que ocorrem problemas como congestionamento, coalescência, conflito, complicação e inconsistência para cada classe de feição analisada. Esta avaliação foi realizada com base no modelo conceitual de McMASTER & SHEA (1992) adaptada por FIRKOWSKI (2002) conforme a Figura 3.

Após a detecção dos problemas, definiu-se os operadores a serem aplicados para cada classe de feição de forma a solucionar os problemas encontrados conseqüentes da redução de escala. Os operadores utilizados neste trabalho foram: seleção/omissão, simplificação, agregação, realce, deslocamento, exagero e colapso. Aplicou-se os operadores de generalização cartográfica para cada classe de feição nas cartas na escala 1:2.000. Há casos em que as feições sofreram somente redução de tamanho, pois não foram alterados a dimensão espacial, a definição conceitual e os atributos. Houve feições que sofreram mudanças de atributo e de escala de medida, passaram por um processo de mudança de simbologia, com alterações no estilo dos traços, espessuras das linhas, tamanhos da fonte dos textos e cores, considerando os aspectos de comunicação a relacionados visibilidade e legibilidade.

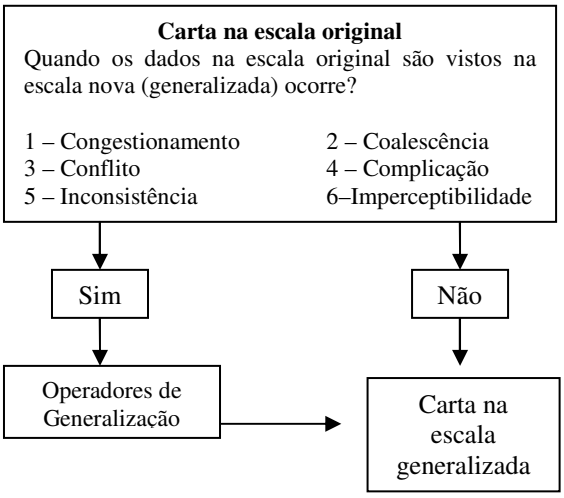


Figura 3 – condições que demandam a generalização cartográfica
Fonte: adaptada de FIRKOWSKI (2002).

Para cada classe de feição foram aplicados os operadores nas feições na escala 1:2.000. Após a operação o resultado foi impresso na escala 1:5.000 e avaliado seu resultado. Para a generalização para a escala 1:10.000, partiu-se do resultado da generalização da etapa anterior, escala 1:5.000, e foram aplicados os mesmos operadores, ou seja, a carta na escala 1:5.000 foi reduzida em escala e seu resultado impresso na escala 1:10.000 para que se procedesse a avaliação sobre as conseqüências da redução de escala, tal como na transformação da escala 1:2.000 na escala 1:5.000.

Para que não houvesse perda de informação transmitida após as modificações na simbologia realizou-se um teste para avaliar o tamanho mínimo com que o símbolo transmite o seu significado ao usuário. Durante a generalização cartográfica, as mudanças na simbologia respeitaram os tamanhos mínimos avaliados no teste para que se preservasse a legibilidade e a visibilidade.

3.1.1. Teste de percepção visual

O teste consistiu num conjunto de experimentos com o objetivo de avaliar a percepção de símbolos pontuais, lineares e de área utilizados para representar as feições de vias, edificações e as toponímias utilizadas na carta, cujo resultado auxiliou na mudança de simbologia das feições durante a generalização.

A construção do teste baseou-se na publicação *Cartographic Generalization* da Sociedade Suíça de Cartografia (*Swiss Society of Cartography*, 1977). Os autores afirmam que a redução dos símbolos deve ser feita até quando é possível discriminá-los. A publicação apresenta uma lista de símbolos em preto e branco com os tamanhos mínimos que compôs os experimentos e foram incluídos outros símbolos pontuais, lineares e de área comuns em cartas topográficas. Totalizou-se 10 experimentos para analisar a percepção visual de símbolos com usuários.

Para cada experimento foram dadas 7 opções com tamanhos mínimos e o entrevistado assinalou a opção em que já discriminava o símbolo.

4. RESULTADOS

4.1. Teste de percepção visual

No Quadro 2 apresentam-se os símbolos da publicação da Sociedade Suíça e os símbolos incluídos nos experimentos da percepção visual. Na segunda coluna apresenta-se os tamanhos mínimos segundo a Sociedade Suíça e a terceira coluna os resultados do teste de percepção visual.

Símbolo	Teste de percepção (mm)	SSC (mm)
	0,20	0,25
	0,25	-
	0,20	-
	0,25	-
	0,25	-
	0,30	-
Espaçamento	0,25	0,25
Espaçamento	0,25	-
AV MANOEL RIBAS	1,00	1,20
RUA MARECHAL DEODORO	1,00	1,20
●	0,50	-
○	0,50	0,30
▲	0,80	
△	0,80	1,00
■	0,30	0,30
□	0,50	-
□	0,50	-

Quadro 2: Comparação dos tamanhos mínimos encontrados no teste de percepção e as medidas dadas pela Sociedade Suíça

Com base nos resultados da percepção visual do espaçamento entre linhas paralelas de diferentes traços, pode-se afirmar que os espaçamentos são diferentes para cada tipo de traço e a percepção das linhas paralelas se deu à distância de 0,20mm.

4.2. Generalização Cartográfica das Feições Urbanas

4.2.1. Generalização das Vias Urbanas

Foram trabalhadas nessa etapa as classes das feições de vias, pontes e viadutos, túneis e trincheiras, canteiros, rotatórias e cruzamentos. Nas especificações adotadas na tabela da CTCG de categorias das feições cartográficas utilizadas pelo Paranacidade as vias são classificadas e simbolizadas conforme apresentadas no Quadro 3.

Simbologia	Detalhe
	Via pavimentada com meio fio
	Via pavimentada sem meio fio
	Via não pavimentada com meio fio
	Via não pavimentada sem meio fio
	Via em construção

Quadro 3: Representação de diferentes classes de vias

Segundo ROBINSON & LEE (1994), a generalização das vias urbanas tem efeito sobre outras feições no mapa, de modo que deve ter prioridade. Seguindo esta recomendação a vias de acesso foi a primeira classe de feição a ser aplicada os operadores de generalização nesse trabalho.

Segundo os resultados do teste de percepção, o espaçamento de linhas paralelas é perceptível aos usuários a partir de 0,20mm. Nas escalas trabalhadas, o espaçamento entre as vias são vistos mesmo após as reduções de escala, pois estão acima do mínimo identificável, mas deve-se considerar na generalização que as vias acompanham outras informações como os canteiros centrais e nomes das ruas, e devem ter um espaçamento suficiente para representar essas informações de forma a não dificultar a leitura pelo usuário, isto é, necessita-se de um ajuste na largura entre traços após a mudança de escala. Para a representação apropriada dessas informações, as vias devem receber o tratamento da generalização e propõem-se as operações de exagero e deslocamento das vias, como pode ser visto na Figura 4.

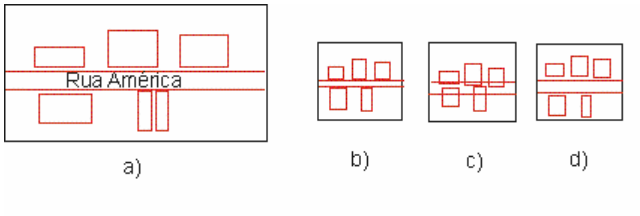


Figura 4: Etapas de generalização das vias urbanas
Fonte: Bernard (1998)

As pontes, viadutos, trincheiras e túneis são feições importantes do sistema viário. Na escala original estas feições são representadas de forma legível, porém nas reduções da carta para as escalas menores são afetadas por problemas de legibilidade, coalescência do símbolo do túnel/trincheira com as vias e a imperceptibilidade. Propõe-se para essas feições a aplicação dos seguintes operadores: deslocamento e exagero (1:5.000) e para a generalização na escala 1:10.000, será necessário o realce o símbolo. Na Figura 5 é possível visualizar o resultado da generalização para cada escala de forma ampliada.

Feição	Símbolo	1:5.000 (ampliada)	1:10.000 (ampliada)
Pontes e viadutos			
Túneis e trincheiras			

Figura 5: Transformações conforme a escala

Os canteiros são obras ligadas às vias urbanas e são importantes elementos do sistema viário. Na avaliação cartométrica foi identificado o problema da coalescência e quando reduzidas para a escala 1:10.000 a espessura do canteiro fica tão menor que se reduz a um aspecto de linha. O efeito que isso proporciona na imagem é de realce, pois a linha fica mais espessa e a feição se sobressai na imagem. Essas feições sofrem mudanças na dimensão sem perder a característica da forma do canteiro. Assim, optou-se por realizar um colapso, isto é, mudar a dimensão da sua representação para um símbolo linear e após aplicar o exagero para que se pudesse dar ênfase nessa informação. (Figura 6)

Original	Colapso	Exagero

Figura 6: Etapas de generalização dos canteiros

As rotatórias e os cruzamentos são vias que possuem detalhes importantes para o tráfego. Nas escalas reduzidas, esses mesmos canteiros se tornam imperceptíveis, e as vias formadoras da rotatória se fundem em uma só, isto é, coalescentes. Essas feições precisam ser enfatizadas após a redução de escala e sugere-se para a generalização cartográfica a aplicação dos seguintes operadores: seleção/eliminação, exagero. Serão eliminados pequenos detalhes que são imperceptíveis e após será aplicado o exagero de forma a enfatizar as rotatórias.

4.2.2. Generalização das Edificações

Na tabela da CTCG de categorias das feições cartográficas para escala 1:2.000 classificam-se feições de edificações em residenciais, comerciais, industriais, administração pública, edificações de cemitérios, escolas, igrejas, hospitais. Os problemas encontrados na avaliação foram congestionamentos de informações, a imperceptibilidade de símbolos, a coalescência entre feições e a inconsistência.

No processo de seleção, a cada elemento foi atribuído um grau de importância, o qual serviu de base para sua representação ou eliminação na escala destino. Os autores ROBBINSON (1978) e MORRISON (1975), sugerem utilizar como critério de grau de importância primeiro: o tamanho, segundo: a proximidade e terceiro: a combinação de tamanho com proximidade. Primeiramente foram omitidas as edificações que estão abaixo do tamanho mínimo identificável que conforme o resultado do teste de percepção visual (quadrado vazado), áreas menores que 0,25mm$^{2.}$

Para a operação de simplificação, eliminaram-se pontos que formam os lados inferiores a 0,30mm, conforme o teste determinou para o tamanho mínimo de lado perceptível.

Para a operação de agregação existem diversas maneiras para combinar feições próximas, cada qual com um tipo de informação tida como única. Normalmente os objetos pequenos (definidos como menos importantes) são direcionados aos objetos grandes (objetos mais importantes). A fim de se estabelecer uma direção para a união das feições, utilizaram-se os pontos finais das faces da edificação (pontos definidores) e esta direção de união pode ser associada à altura do triângulo (h) ou a menor distância de uma das faces internas do triângulo (d) (Figura 7).

Deve-se tomar o cuidado para não combinar edificações separadas por feições como quadras, vias, rodovias, ferrovias, rios ou quaisquer elementos cartográficos. Aplicou-se o processo de agregação nas edificações de mesma classe com distância entre as feições menores 0,25mm da escala.

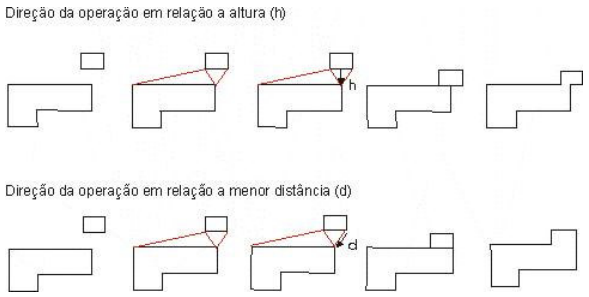


Figura 7: Etapas para agregação de edificações
Fonte: adaptado de BUNDY et al. (1995)

Para evitar a coalescência entre as outras feições como vias, é necessária a aplicação do deslocamento das edificações. Caso haja edificações de grande importância sugere-se a aplicação do operador de exagero para que possa ser enfatizada na carta. Há casos em cartas que algumas edificações encontram-se distantes do aglomerado urbano e não ocorre o congestionamento ao se reduzir à escala, por isso foram denominadas nesse trabalho de construções isoladas. A partir de seu posicionamento na carta, passa a ser uma informação importante para a localização e não permite que sejam aplicadas as mesmas operações que um conjunto de edificações. Esse problema chama-se de inconsistência. Essas feições receberam atenção na fase da seleção para que não fosse eliminada uma construção considerada importante. Essa situação pode ser vista na Figura 8 que apresenta dois fragmentos de uma mesma carta na escala aproximada 1:3.500, na Figura 8.a apresentam-se pequenas construções isoladas, enquanto na Figura 8.b apresenta-se um aglomerado de edificações.

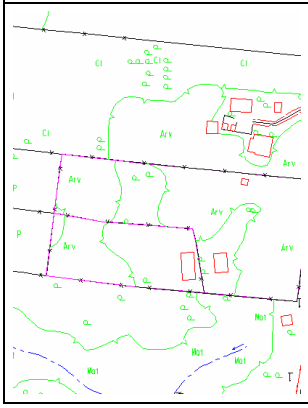
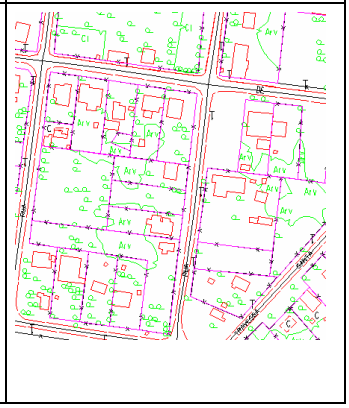
Construções isoladas (a)	Aglomerado urbano (b)
	

Figura 8: Comparação entre construções isoladas e edificações num aglomerado urbano

Durante as reduções de escalas para 1:10.000, muitas edificações tornam-se imperceptíveis. Quando essas edificações são cemitérios, escolas, igrejas, hospitais deve haver uma preocupação em não omití-las pois são feições importantes numa carta. Essas informações geralmente são acompanhadas por um símbolo pictórico. Observaram-se casos em que essas feições se encontram próximas, isto é, coalescentes como visto na Figura 9 em que as edificações de duas escolas e uma igreja estão muito próximas. Para a generalização dessas feições, além dos operadores aplicados nas edificações também foram utilizados o deslocamento das toponímias para que as mesmas ocupassem uma posição adequada em relação as demais feições, e adequação do tamanho do símbolo pictórico na redução de escala. E para o caso da proximidade dessas informações, como exemplo escola e igreja, sugere-se que sejam deslocadas, evitando que as edificações se sobreponham como representado na Figura 9.

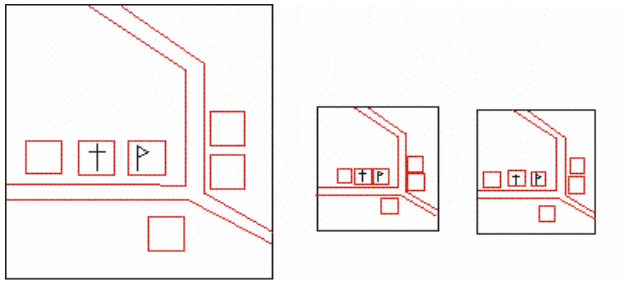


Figura 9: Operação de deslocamento de edificações

4.2.3. Generalização das Quadras e lotes

As quadras são blocos onde em seu interior há informações de lotes e outros elementos da superfície como edificações, árvores, áreas verdes, postes. Como conseqüência da redução de escala os limites das quadras e dos lotes sofrem coalescência. A generalização dessas feições foi feita da seguinte forma: nas quadras há informações de alinhamento predial, que geralmente acompanham a fachada dos lotes, e a partir dos testes de percepção, sugere-se que não sejam alteradas quando reduzidas a escala de 1:5.000, pois mesmo que o deslocamento da quadra seja feito, o espaçamento é visível. Porém na redução de escala 1:10.000, como a quadra e o alinhamento predial se encontram coalescentes, sugere-se a eliminação do alinhamento. Para a representação não se tornar complexa na escala 1:10.000, os lotes foram omitidos, já que para essa escala as informações de quadras são mais importantes, pois os lotes já perdem a sua importância quando comparados às edificações. Na figura 10 exemplifica de forma ampliada uma quadra na escala 1:2.000 e seu resultado na escala generalizada 1:10.000.

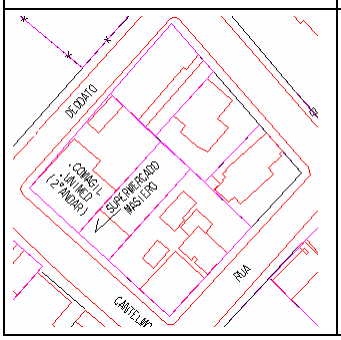
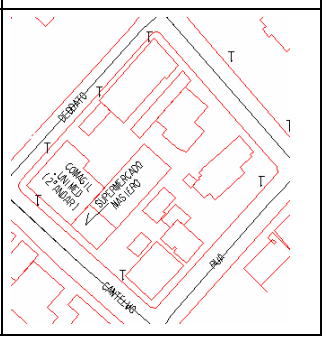
1:2.000 (ampliada)	1:10.000 (ampliada)
	

Figura 10: Generalização das quadras e lotes

4.2.4 Generalização das Toponímias

As toponímias são informações presentes nas cartas topográficas, porém elas não existem na superfície. É um elemento que congestiona a carta, mas de grande importância para o reconhecimento das informações representadas. Devido a esse fato, para qualquer redução de escala, são necessárias adaptações no seu tamanho para que o texto mantenha sua proporção e seja possível a leitura. Na generalização dessas informações ocorre a omissão que acontece em caso de feições que foram eliminados durante sua generalização cartográfica. Os topônimos sofreram uma adaptação no seu tamanho para que o texto seja adequado à leitura. Segundo o teste de percepção o tamanho mínimo é de 1,00mm, medida essa que foi definida para a generalização nesse trabalho independente da escala. Os pontos de inserção para os textos foram os mesmos em princípio, porém em alguns casos foi necessário um deslocamento do símbolo pontual para que o mesmo ocupasse uma posição relativa adequada com relação à representação das demais feições na escala destino com o objetivo de manter a qualidade estética.

5. CONCLUSÕES

O objetivo principal neste trabalho foi propor representações de feições urbanas com resultado da aplicação da generalização cartográfica de acordo com a teoria da comunicação cartográfica, e esse objetivo foi alcançada com os resultados obtidos através da aplicação dos conceitos apresentados sobre generalização cartográfica, comunicação cartográfica e a realização do teste de percepção de símbolos em usuários. A representação gráfica dessas feições foi realizada de acordo com as etapas de projeto cartográfico, em que os processos de abstração e generalização estão presentes.

Na avaliação cartométrica, a identificação das condições geométricas implicou na realização da generalização cartográfica. Após a aplicação dos operadores de generalização observou-se que os problemas encontrados foram eliminados.

Quando dois cartógrafos executam as etapas de generalização a partir de suas próprias experiências os resultados alcançados por ambos certamente serão diferentes dadas as diferenças inerentes aos cartógrafos. A dificuldade da implantação do processo de generalização está na falta de regras claras e específicas tanto para a elaboração do mapeamento, quanto para a derivação dessas cartas em escalas menores. Durante a avaliação cartométrica ficou clara a subjetividade envolvida no processo da identificação das condições geométricas na definição e aplicação dos operadores de generalização.

O teste de percepção com a utilização dos símbolos apresentados pela SSC (1977) e o acréscimo de outros símbolos foi satisfatório para a proposição de simbologia adequada ao mapeamento nas escalas 1:5.000 e 1:10.000, pois contribuiu no redimensionamento de símbolos e no uso de operadores, como na eliminação de edificação de tamanho imperceptível; na simplificação de linhas e suavização nas formas em símbolos de áreas; na agregação de áreas com espaçamentos; na unificação de linhas com espaçamentos inferiores a uma determinada distância; no deslocamento e no exagero de algumas feições. Os usos de operadores de generalização resultaram em produtos consistentes com a sua escala final e manteve a eficiência da comunicação cartográfica.

REFERÊNCIAS

BERNARD, D. **Generalização Cartográfica: Proposta Metodológica para uma Transição de Escala Assistida por Computador.** 1998. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOS, E. S. **Cartographic symbol design.** Lecture-notes. ITC,1984, 85p.

BUNDY, G. L. et al**. Holistic generalization of large-scale cartographic data.** In: Müller, J. C.; Lagrange, J.P.; Weibel, R. ed. GIS and Generalization Methodology and Practice, London, Taylor e Francis, 1995. p 106-119.

Câmara Técnica de Cartografia e Geoprocessamento - CTCG. **Recomendação Técnica CTCG - 001/96 Padronização das Escalas Utilizadas em Trabalhos Cartográficos**. Curitiba, 1996.

FIRKOWSKI, H. **Generalização Cartográfica de Grades Retangulares Regulares Baseada na Teoria Matemática da Comunicação.** Tese de Doutorado, 2002. Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR

KEATES, J.S. **Cartographic design and production.** Harlow, Grã-Bretanha: Longman, 1973. 240p.

KEATES, J.S. **Cartographic design and production.** 2.ed. New York, Longman Scientific and Technical, 1989. 266p.

KOLACNY, A. **Cartographic Information. – A Fundamental concept and Term in modern Cartography.** Cartographica. Suplemento n. 1, Vol. 14. p. 39-45, 1977.

McMASTER, R.B.; SHEA, K.S. **Generalization in Digital Cartography.** 1.ed. Washington: Association of American Geographers, 1992. 133p.

ROBINSON, G. J.; LEE, F. **An automated generalization system for large scale topographic maps.** In: WORBOYS, M. F. ed. Innovations in GIS. New York,
Taylor & Francis, 1994.

SSC. **Cartographic Generalization,** Cartographic Publication Series n. 2, 1977. 61p.