

A Comissão de Generalização e Múltiplas Representações da Sociedade Internacional de Cartografia – ICA

Henrique Firkowski
UFPR - Depto. de Geomática
CEP 81.531-970, Curitiba PR
firk@ufpr.br

Resumo: Neste trabalho se faz um apanhado geral da generalização cartográfica e da Comissão de Generalização e Múltiplas Representações da Sociedade Internacional de Cartografia – ICA. Além disso busca-se encontrar a tendência da generalização em nível científico internacional tanto acadêmico quanto de produtores de cartografia quanto de *softwares* e serviços.

Palavras chave: Generalização cartográfica, Sociedade Internacional de Cartografia

Abstract: This paper presents an overview on cartographic generalization and on Working Group on Generalization and Multiple Representation of the International Cartographic Association. Besides this, it is intended, to perceive the general trends in generalization at academic, production and business levels.

Key words: Cartographic Generalization, International Cartographic Association

1 Introdução

A generalização cartográfica é um processo importante durante o processo de produção cartográfica de uma base de dados ou de um novo original cartográfico. A evolução das tecnologias envolvidas nas diversas partes do processo de produção de visualizações cartográficas inseriu o computador como um marco desta evolução, embora hoje esta posição, mesmo para a cartografia, já possa ser ocupada pela Internet.

A introdução do computador na cartografia revolucionou o modo de produzir mapas. A produção de mapas por processos da cartografia digital não se restringe apenas à automatização dos procedimentos manuais. As soluções criadas para os problemas em cartografia digital forçaram os pesquisadores a modificar as técnicas cartográficas, bem como a ser mais rigorosos no desenvolvimento da teoria de cartografia (Cromley, 1992). De início, a introdução dos computadores em atividades de cartografia foi limitado à execução de forma automatizada/computacional de cálculos repetitivos. Os processos de cálculo foram traduzidos segundo linguagens de programação em programas para, por exemplo, realizar transformação de coordenadas, ou para realizar ajustamento de observações, em geral utilizando computadores grandes (*mainframes*). No entanto, o aspecto mais importante da cartografia que é o seu caráter de ciência de comunicação não foi de imediato contemplado pela tecnologia dos computadores. Os produtos da cartografia tradicional manual baseada na sensibilidade do cartógrafo e na compreensão dos requisitos do usuário, ainda não existe de forma automatizada, ou seja, ainda não existem sistemas computacionais capazes de realizar atividades determinadas por condições ditadas pela qualidade do produto final.

A Sociedade Internacional de Cartografia – International Cartographic Association ICA, é formada e mantida por instituições de pesquisa, empresas privadas e por instituições nacionais de cartografia dos países membros. O Brasil é membro desta Sociedade por meio da filiação da Sociedade Brasileira de Cartografia – SBC. A estrutura da ICA contempla a existência de Comissões Técnicas das quais a Comissão de Generalização e Representação em Múltiplas Escalas, assim denominada a partir da reunião da comissão realizada durante o 21st International Cartographic Conference realizado em Durban, África do Sul, trata temas relacionados à generalização cartográfica.

2 Generalização Cartográfica

Tanto na cartografia convencional quanto na cartografia digital há demanda por operações de combinação de dados de fontes diferentes com vistas à geração de produtos em escalas diferentes daquela para as quais os dados foram coletados. A mudança de escala ou a mescla de dados cartográficos em escalas diferentes demanda a realização da generalização cartográfica, que ocorre de modo distinto na cartografia convencional e na cartografia digital.

Na cartografia convencional, a geração de produtos cartográficos em escala reduzida implica na aplicação da generalização cartográfica manual, que inicia pela redução fotográfica dos originais a sofrer generalização (Vianna, 1997). O cartógrafo aplica sua experiência e seu conhecimento geográfico acerca das feições presentes no mapa original, bem como os relacionamentos de hierarquia e interdependência, determina a maneira como serão representados na nova escala, e por fim realiza manualmente as modificações (SSC, 1979).

Existem quatro fatores que afetam a realização de generalização. Dois destes fatores são objetivos, e dois são subjetivos. Como fatores objetivos de influência sobre a generalização cartográfica estão a *escala* e os *requisitos gráficos*. Os fatores subjetivos são a *característica* e a *importância* das feições. A escala interfere no processo de generalização porque determina o espaço disponível para a representação. Os requisitos gráficos estão relacionados com a legibilidade daquilo que deverá ser representado considerando a escala escolhida. Assim, algumas feições que são importantes, mas que no entanto tenham dimensões tais que quando se aplica a escala de representação tenham o fator legibilidade afetado, devem ser exageradas. As feições podem apresentar comportamento característico que deverá ser mantido após a generalização. Pode-se citar como exemplos as ferrovias, os rios meândricos e as áreas densamente povoadas (Keates, 1989).

A comunidade cartográfica internacional procura gerar conhecimento para permitir ou proporcionar a realização da generalização cartográfica automática. Existem diversos modelos conceituais para generalização cartográfica. O Modelo de Ratajski, que é mostrado no trabalho intitulado "Phénomènes des points de généralisation", de 1967. Segundo McMaster (1991) e McMaster e Shea (1992), no modelo são identificados dois tipos de processos. Os processos quantitativos que tratam da gradual redução do conteúdo do mapa em função da redução de escala, e os processos qualitativos que tratam da transformação de formas elementares de simbolização para formas mais abstratas. Ratajski introduz o conceito de ponto de generalização que indica ao cartógrafo quando deve ser feita uma mudança no método de representar uma feição, e usa um triângulo em cuja base está o maior potencial de generalização de uma imagem e na medida que se sobe em direção ao ápice do triângulo o potencial de generalização diminui até a situação extrema em que é necessário mudar o método de representação para a feição. O Modelo de Morrison está baseado na Teoria de Conjuntos de Kantor. Foi proposto por J. Morrison e apresentado em 1974 no International Yearbook of Cartography. Neste modelo aparecem explicitamente os conceitos de classificação, simplificação, simbolização e indução propostos por Robinson. O mapa produzido pelo cartógrafo contém elementos de um subconjunto da realidade sensorial do cartógrafo. A aplicação deste modelo resulta num mapa físico que apresenta diferenças com a realidade sensorial visto que houve transformações de diferentes naturezas. Estas transformações são explicadas por Morrison como atuantes sobre conjuntos, e atuando sobre os dados como funções dos tipos: um para um (injetora); sobre (sobrejetora); ou ambas (bijetora). A classificação extrai ou filtra da realidade sensorial do cartógrafo aquelas feições de interesse para o mapeamento. O modelo de Brassel e Weibel é considerado por McMaster e Shea como o modelo conceitual de generalização cartográfica mais detalhado. Consiste de cinco processos que são: 1) reconhecimento de estrutura; 2) reconhecimento do processo; 3) modelagem do processo; 4) execução do processo; e 5) visualização dos dados. Os autores da proposição, Brassel e Weibel, consideram uma diferença de objetivos entre generalização estatística e generalização cartográfica. O Modelo de Nickerson e Freeman introduz o conceito de mapa intermediário. O Modelo de McMaster e Shea, entre os modelos de generalização propostos e apresentados na literatura, é aquele que aborda o tema de modo mais detalhado e que foi proposto explicitamente para cartografia digital (Kraak e Ormeling, 1998). Este modelo de generalização está baseado em três aspectos: as razões filosóficas, porque generalizar; razões de ordem cartométrica, ou quando generalizar; e a seleção de transformações espaciais e de atributos ou como generalizar. A apresentação deste modelo conceitual está de acordo com McMaster e Shea (1992). A apresentação deste modelo conceitual de generalização inicia-se pela apresentação das razões para se realizar a generalização. Dentre as razões que levam a generalizar estão elementos teóricos, a dependência da aplicação, e dependência computacional. Na avaliação cartométrica, ou seja, quando realizar generalização, são envolvidas condições geométricas que são identificadas e que demandam a aplicação da generalização, medidas espaciais e holísticas que

permitem determinar os relacionamentos entre os dados a generalizar, e o controle das transformações, que é uma forma de determinar o alcance da aplicação da generalização. Por último trata-se de como generalizar, ou seja quais serão os operadores de generalização que deverão ser aplicados. A realização da generalização se dá pela aplicação de transformações espaciais, que operam dados geométricos, e por operações de transformação de atributos, que operam dados de atributo.

3 A Comissão de Generalização Cartográfica

As finalidades da Comissão de Generalização e Múltiplas representações são, de acordo com http://www.geo.unizh.ch/ICA/docs/commission/terms95_99.html, as seguintes:

- Buscar manter o ritmo e o nível de interesse entre os membros do grupo de trabalho com seqüências regulares de encontros técnicos, Seminários especiais e publicações;
- Organizar anualmente encontros de negócios;
- Organizar Seminários em conjunto com as International Cartographic Conferences;
- Organizar seções especiais para tratar de generalização cartográfica no decorrer do International Cartographic Conferences com a colaboração dos organizadores locais;
- Propor pelo menos uma publicação ou pelos menos uma edição especial com artigos de pesquisa ou publicação de um livro com as contribuições dos originadas dos Seminários;
- Estabelecer um site na WWW para a disseminação de informações relevantes acerca do Grupo de Trabalho, incluindo informação bibliográfica.

A principal atividade da comissão de Generalização e Múltiplas Escalas é fomentar o desenvolvimento da generalização em qualquer âmbito, seja acadêmico ou empresarial. Esta comissão atua propondo diretrizes para o desenvolvimento da generalização e proporcionando situações para a realização de Seminários, cujos propósitos e atividades são comentadas a seguir.

3.1 Seminário de Barcelona 1995

Segundo o ponto de vista das proposições apresentadas no relato de Barcelona realizado em 1995 pela Comissão de Generalização Cartográfica, a direção das pesquisas mostra que buscava-se, naquela época, a avaliação de qualidade de projetos cartográficos, a formalização do conhecimento em cartografia, visto que isso auxilia na realização de generalização, e detecção de resolução de conflitos, que é um problema específico de generalização. Ao final dos trabalhos foram indicadas as direções a serem tomadas pelas pesquisas, para as quais foram apontados nove itens: 1- desenvolver e integrar critérios, medidas e métodos para avaliação de qualidade; 2- identificar algoritmos 'perdidos', algoritmos novos, para processos de generalização cartográfica; 3- investigar a seqüência e a sinergia entre os diversos operadores de generalização cartográfica; 4- determinar o domínio de aplicabilidade dos algoritmos de generalização com relação à escala do mapa, propósito, etc.; 5- desenvolver estruturas de dados híbridas para integrar operações semânticas e geométricas em objetos simples/complexos; 6- desenvolver estratégias para realizar o 'enriquecimento de bases de dados', ou seja, métodos para codificar conhecimento primário (explícito) em uma base de dados e também algoritmos para derivar conhecimento secundário (implícito) de dados armazenados; 7- estudar a utilização de conhecimento no processo de projeto cartográfico; 8- realizar análise de requisitos do usuário e custo/benefício da generalização automática; e 9- estabelecer uma base de dados compartilhada para realizar experimentos. Observa-se, pelo direcionamento da pesquisa, que estão em aberto os temas de qualidade de dados, algoritmos, seqüência e inter-relacionamento de operadores de generalização, estruturas de dados e representação do conhecimento, ganhos com automatização e a necessidade de padronização de testes por meio de bases de dados comuns.

3.2 Seminário de Gävle 1997

No Seminário de Gävle - Suécia, ocorrido em 1997, foram avaliadas as respostas dadas pelos pesquisadores, tendo como base as proposições de Barcelona. São citadas experiências com a aplicação de sistemas comerciais e explicitado o ganho de aproximadamente 20% de tempo pela aplicação de técnicas digitais por meio dos programas *Map Generalizer* da Empresa Intergraph e *CHANGE* da Universidade de Hannover. Nesta discussão ficou constatada a necessidade de gerar métodos eficientes para avaliar os benefícios da automatização.

Na discussão sobre aquisição e codificação do conhecimento, foram tratadas as questões de embutir conhecimento nas bases de dados e da criação de estruturas hierárquicas. Buttenfield defendeu a idéia de encapsulamento de dados e de operadores de generalização em estruturas orientadas a objeto.

Na discussão sobre modelagem semântica e estruturas não espaciais dentre outras participações, Bjoerke apresentou estudo sobre a avaliação da entropia de elementos pontuais, e sua importância na caracterização de uma distribuição quando se realizam operações de remoção. Concluiu-se que a semântica é importante na definição de injunções para o projeto cartográfico, e que a formalização eficiente da generalização requer que se reconheça a ligação estreita entre geometria e semântica.

Com relação à modelagem de estruturas espaciais geométricas, discutiu-se vantagens e desvantagens das soluções de generalização de dados vetoriais e de dados matriciais, tendo por base o cubo de MacEachren. Foram discutidas questões ligadas à representação tesselar do espaço, refletindo a necessidade do conhecimento detalhado de informação de contexto e vizinhança. Concluiu-se que embora tenham sido desenvolvidos algoritmos que consideram o contexto de sua aplicação, a informação topológica e de proximidade é efetivamente perdida e o objeto é tratado em isolamento.

No tema Qualidade - Avaliação e Imposições, foram discutidas questões de generalização de terreno, em que foram propostas medidas objetivas baseadas em critérios geométricos, estatísticos e morfométricos. Além disso, foram apresentadas soluções de generalização usando técnicas fractal e técnicas matriciais. A discussão iniciou-se pela definição do sentido do termo qualidade, que resultou por englobar acurácia, precisão, e aptidão ao uso, como também qualidade estética além da conveniência para o uso pretendido. Na discussão específica sobre técnicas de detecção e resolução de conflitos concluiu-se que é importante reconhecer os diferentes tipos de imposições e conflitos que determinam a criação de soluções. As soluções devem ser capazes de manter a semântica, a orientação relativa, a posição relativa, padrões, os relacionamentos topológicos e o afastamento mínimo entre objetos.

Dentre os trabalhos publicados nos Anais da 18ª Conferência Cartográfica Internacional (Estocolmo, 1997), estão a apresentação do sistema denominado LANDPLAN baseado no Microstasion MGE (Modular GIS Environment) realizado pelo serviço de mapeamento inglês (Ordnance Surveying) por Gower *et. alli.*, os trabalhos de Li e Su e de Su e Li que tratam de modelos matemáticos e transformações em deslocamento de feições e detecção de conflito, e o trabalho de Zhang e Tian voltado ao refinamento do algoritmo de Douglas-Peucker. Dois trabalhos enfocam a teoria de comunicação de Shannon aplicada Cartografia. No primeiro trabalho, Gluck trata teoricamente a questão da comunicação cartográfica baseando-se na teoria matemática da informação de Shannon e Weaver. O segundo trabalho, de Bjoerke, trata da aplicação da mesma teoria na eliminação de feições durante a generalização.

3.3 Seminário de Ottawa 1999

Os trabalhos apresentados neste seminário tratam questões teóricas da generalização, como a generalização cartográfica por categorias de mapas, generalização baseada em agentes, generalização cartográfica e a WWW. Foram apresentados experimentos em generalização desde a geração de produtos (experiência da Catalunya) e algoritmos de generalização de linhas. Além de trabalhos específicos como a discussão da aplicação da modelagem de múltiplas escalas baseada em orientação a objetos.

Este seminário congregou 20 trabalhos originados em países europeus e 7 norte americanos, de um total de 29 trabalhos. Pela análise dos títulos pode-se dizer que foram apresentados 16 trabalhos com componente teórica e 8 trabalhos em que a aplicação foi dominante. Foram apresentados 4 trabalhos enfocando a questão de uso de agentes na generalização.

Dentre os trabalhos em generalização publicados na área no Internacional Cartographic Conference - ICA 1999, aparecem: generalização baseadas em ajustamento pelo método dos mínimos quadrados (Sarjakoski e Kilpelainen 1999); generalização de linhas (Christensen 1999), (Li 1999), Barillot (1999), (van der Poorten e Jones 1999); avaliação da qualidade de generalização (Tsoulos e Skopeliti 1999); integração de dados vetoriais e matriciais para generalização (Peter e Weibel 1999), (Brown 1999); generalização de bases de dados para o atendimento de demandas de internet (Glover e Mackaness 1999); generalização cartográfica baseada em agentes (Lamy, *et al.* 1999).

3.4 Seminário de Barcelona 2000

Neste seminário foram apresentados um total de 12 trabalhos. Dois trabalhos oriundos de pesquisas em

universidades, 7 trabalhos oriundos de Agências Nacionais de mapeamento e 3 trabalhos originados em empresas privadas. Houve 50 participantes neste evento, dos quais quase a metade era originária das Agências Nacionais de Mapeamento (23 participantes), e os participantes restantes dividiram-se quase que igualmente entre pesquisadores de universidades e técnicos de empresas privadas produtoras de software ou empresas geradoras de produtos cartográficos. A maioria dos trabalhos foi produzida por pesquisadores europeus. Houve 4 trabalhos relacionados generalização e a disponibilização e transmissão de dados via Internet, e um trabalho em que o Projeto AGENT, do Instituto Nacional Geográfico da França, foi relatado. Foram apresentados dois trabalhos relacionados à generalização aplicada a processos de publicação de visualizações cartográficas sob demanda. Neste seminário também foram estabelecidos grupos de trabalho para tratar/discutir a comparação entre modelos de bases de dados únicas e detalhadas contra bases de dados em múltipla escala para a produção cartográfica; atualização de bases de dados contra a atualização cartográfica; questões relacionadas à produção de mapas sob demanda; e questões relativas aos mapas para navegação.

3.5 Seminário de Beijing 2001

No seminário de Beijing, China, foram apresentados 24 trabalhos, dos quais 15 eram oriundos de pesquisas em Universidades, 5 de Agências Nacionais de Mapeamento e 4 de empresas de produção cartográfica ou de produção de tecnologia para cartografia. O número de participantes deste evento foi 31. O fato curioso é que o número total de autores chega a 34, e havia menos participantes do que autores. Os trabalhos apresentados abordaram questões relativas à generalização de linhas; bases de dados espaciais de múltiplas escalas; comparações de entre algoritmos para generalização de rodovias; uso de agentes em generalização; e relatos de atividades em Agências Nacionais de Mapeamento. Nos grupos de trabalho foram discutidas questões relativas a generalização semântica, a atualização de dados, a plataforma de desenvolvimento comum e dados e referenciais comuns para a realização de testes.

3.6 Seminário de Ottawa 2002

Neste seminário a grande maioria dos trabalhos consistiu de experimentação de algoritmos, representação em múltiplas escalas. Foram apresentados 17 trabalhos produzidos por 25 autores. Destes trabalhos 11 são originários Universidades, 2 de Agências Nacionais de Mapeamento e 4 de empresas privadas produtoras de *softwares*. Os grupos de trabalho trataram de questões relacionadas à possibilidade de generalizar imagens, dados vetoriais e superfícies; questões relacionada as abstração semântica; questões relacionadas a *softwares*; generalização para atender requisitos de serviços móveis; a função da cognição e percepção; e a generalização 3d.

3.7 Seminário de Paris 2003

Neste Seminário foram apresentados 25 trabalhos produzidos por 43 autores, para um conjunto de 41 participantes. Os trabalhos tiveram a seguinte origem: 14 de Universidades, 6 de Agências Nacionais de Mapeamento e 5 de empresas privadas de geradores de produtos para cartografia e sistemas de informação geográfica. Um terço dos trabalhos tratou de operadores de generalização e avaliação de condições geométricas para a realização de generalização, como operadores de amalgamação, agregação, seleção e as condições que demanda generalização como a detecção de conflito. Outros trabalhos trataram de qualidade de dados, fluxo de operações para a realização de generalização, uso de agentes na generalização, generalização de dados 3d. Os grupos de trabalho participaram das discussões que envolveram questões de visualização de bases de dados em displays pequenos, Modelagem Topológica, Múltiplas Representações, Atualização incremental, Generalização 3D e Reconhecimento de Padrões.

3.8 Seminário de Leicester 2004

Para o Seminário de Leicester, 20 e 21 de Agosto de 2004- Inglaterra, a Comissão propõe a submissão de trabalhos que enfoquem questões de: interoperabilidade de dados e confluência de dados generalizados; metodologias de generalização contextual; generalização de descrições textuais do espaço; métodos e métricas de avaliação; generalização dinâmica e sob demanda; atualização e generalização; e representações múltiplas.

4 Considerações Finais

Da avaliação realizada nos relatos e nos propósitos destes seminários pode-se perceber que a tendência está orientada para os processos de desenvolvimento de múltiplas representações, o uso de ferramentas de software que incluam conhecimento e capacidade de tomada de decisão, caso marcante da aplicação do paradigma de agentes, a realização de generalização sob demanda, a experimentação de procedimentos para a aplicação de operadores de generalização em casos particulares. Além disso pode-se perceber que na Comissão de Generalização e Múltiplas Representações da ICA, a generalização cartográfica é uma preocupação da comunidade cartográfica científica européia, visto que a maioria dos participantes pertence a Universidades, a Agências Nacionais de Mapeamento ou a Empresas Privadas sediadas na Europa. Nota-se que muitas das questões discutidas nos grupos de trabalho realizados durante a maioria dos Seminários são concluídas com mais questões e que somente resultam proposições. Apesar das proposições originais da Comissão de Generalização e Múltiplas Representações de tornar disponíveis os trabalhos discutidos nos diferentes seminários, em sua grande maioria, a obtenção de trabalhos depende da realização de contato e solicitação diretamente aos autores, isto é, estes trabalhos não estão centralizados na comissão técnica. Observou-se que apenas em alguns seminários aparecem proposições. Pode-se concluir que a generalização cartográfica automatizada é um campo aberto pois há muitos problemas postos e relativamente poucas soluções apresentadas.

Referências Bibliográficas

<http://www.geo.unizh.ch/ICA>

<http://ica.ign.fr/>

http://www.ikg.uni-hannover.de/isprs/Program_final.html

KEATES, J.S. **Cartographic Design and Production**. 2.ed. Essex: Longman Scientific & Technical, 1989.

KRAAK, M.J. ORMELING, F.J. **CARTOGRAPHY – Visualization of Spatial Data**. 3.ed. Essex: Addison-Wesley Longman Limited, 1998.

McMASTER, R.B. Conceptual Frameworks for Geographical Knowledge In: BUTTENFIELD, B.P., McMaster, R.B., **Map Generalization**. Avon: Longman Scientific & Technical, 1991.

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

SWISS SOCIETY OF CARTOGRAPHY. **Cartographic Generalisation**, Cartographic Publication Series n. 2, 1979.

VIANNA, C.R.F. **Generalização Cartográfica em Ambiente Digital Escala 1:250000 a partir de Dados Cartográficos Digitais na Escala 1:50000**. Rio de Janeiro, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica) - Departamento de Engenharia Cartográfica, Instituto Militar de Engenharia.