

Considerações sobre a Classificação de Documentos Cartográficos

Evilázio da Mota Leal, *UFPR Curitiba*

Quintino Dalmolin, *UFPR Curitiba*

Palavras-chave: Classificação de cartas, Controle de qualidade cartográfica, Exatidão cartográfica e Precisão cartográfica.

Os órgãos responsáveis pela cartografia oficial no Brasil, tanto na esfera Federal quanto Estadual, historicamente desenvolveram uma cartografia norteada pelos métodos analógicos tradicionais. Com o avanço da tecnologia digital e a inserção da cartografia neste contexto, problemas antigos foram resolvidos, mas outros, como a falta de normas adequadas, parâmetros de avaliação e conversão de dados, começaram a surgir.

A cartografia digital foi pensada e desenvolvida a princípio para acelerar a produção de mapas e tornar mais ágeis os processos de edição, incluindo as generalizações, correções, atualizações e todo um rol de procedimentos que no processo cartográfico convencional se torna dispendioso e demorado.

A questão da manutenção e da melhoria da qualidade do produto surgiu como uma abordagem secundária, não que estas fossem menos importantes do que as demais, mas, principalmente, devido à necessidade de produção e pelo dinamismo que domina as tecnologias de *software* e *hardware*. A necessidade de mapear e a demanda são crescentes, enquanto as alternativas são paradoxais, pois, quando se prioriza produção, a qualidade tende a decrescer, correndo assim os riscos de: atender a demanda sem atingir a qualidade desejada, ou atingir a qualidade por meio de planejamento adequado, mas não obter produção satisfatória.

O ideal é o equilíbrio, representado pelo meio termo entre as duas situações acima colocadas, utilizando para isto normas e parâmetros mínimos que garantam a qualidade do produto no final do processo sem que se perca a evolução das tecnologias.

Os trabalhos hoje ofertados pela cartografia digital, provocam discussões e muitas vezes resistência entre os especialistas nesta área, pois de um lado há a necessidade de se representar o mais fielmente possível todas as feições da área mapeada, para que esta possa cumprir a sua função enquanto carta e se enquadrar nos padrões determinados para o mapeamento em território nacional, dentre eles o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), estabelecido pelo Decreto 89.817 de 20 de junho de 1984 .

Por outro lado, faltam diretrizes que determinem a uniformidade destes trabalhos, visto que, no decreto supracitado, não estão contemplados procedimentos para avaliação da cartografia digital, mesmo porque, na data da sua publicação, poucas eram as experiências registradas nesta área.

Segundo ÖSTMAN (1997), padrões para especificações de qualidade de dados espaciais e rotinas de garantia de qualidade estão sendo desenvolvidos pelo *European Committee for Standardisation* (CEN) e pela *International Standardisation Organisation* (ISO), mas um dos problemas é exatamente a falta de experiências documentadas. Na proposta de padronização apresentada pelo CEN são considerados os parâmetros de acurácia posicional, temática, temporal, consistência lógica e perfeição.

Realizou-se um trabalho de investigação quanto a qualidade posicional em bases cartográficas digitais, e devido à falta de padrões estabelecidos nesta área, principalmente no

Brasil, adotou-se os padrões de avaliação previstos no decreto 89.817, por entender que estes se aplicam à situação de transição.

Analisou-se também a qualidade posicional das feições planimétricas e altimétricas em bases cartográficas digitais e estabeleceu-se procedimentos capazes de classificá-las conforme preconiza a legislação.

Tentou-se ainda, sistematizar procedimentos que permitissem avaliar a qualidade posicional de documentos cartográficos analógicos e digitais pela análise do produto e não pelo controle do processo.

Julga-se relevante a discussão deste tema, pois cobre um assunto pouco abordado na literatura nacional e ao mesmo tempo discute-se e propõe-se o emprego de procedimentos estatísticos mais flexíveis e tão eficazes quanto aqueles implícitos no Decreto 89.817.

A qualidade de uma carta pode ser abordada sob dois pontos de vista distintos: o do produtor e o do usuário ou contratante.

Na literatura estrangeira observa-se que os procedimentos adotados para auferir a qualidade de uma carta consideram estes dois pontos e analisam, o risco do produtor em rejeitar incorretamente uma carta qualificada e o risco do consumidor em aceitar uma carta desqualificada (ARONOFF, 1982-a; ARONOFF, 1982-b; GINEVAN, 1979; YEU *et al.*, 1996).

No Brasil, o que se pratica em termos de controle de qualidade de produtos cartográficos difere dos padrões internacionais, visto que as nossas organizações não têm tradição neste controle. O que se verifica no ato da contratação de serviços são exigências mínimas com relação à qualidade do produto. O produtor por meio de procedimentos próprios pode controlar o processo, mas geralmente não controla o produto.

Controlando o processo pode-se calcular o erro médio quadrático total previsível e obter a estimativa de precisão de uma carta. Valores empíricos são adotados e variam em função da escala dos diapositivos, escala da carta, método de aerotriangulação e equipamento utilizado na restituição.

O produtor, no entanto, não adota procedimentos que confrontam dados confiáveis de campo com o material cartográfico produzido e desta forma não pode avaliar a acurácia.

Ao usuário cabe certificar a qualidade do produto e, neste caso sugere-se o controle de qualidade pela equipe do usuário contratante, pois garante a lisura do processo e a independência de procedimentos. Desta forma não se corre o risco de trabalhar com dados "viciados", além de poder adequar o rigor do processo às suas necessidades e condições financeiras.

Os testes estatísticos para avaliar a precisão e a seqüência de procedimentos adotados devem considerar os erros como um conjunto global e basear-se na análise do desvio padrão. A opção pelo tratamento global dos erros permite ainda avaliar a precisão de outras cartas não produzidas pelo processo da restituição, como é o caso dos levantamentos diretos em suas diversas modalidades.

A análise global dos erros não implica na inobservância dos cuidados necessários para que se tenha uma carta de boa qualidade, onde devem ser consideradas, rotineira e individualmente, cada fase da construção, conforme previsto na Norma Brasileira 13133 que trata do procedimento da execução de levantamento topográfico (ABNT, 1994), e manuais técnicos de aerolevantamentos e fotogrametria.

Garante-se desta forma, uma carta de boa precisão e com chances de aprovação nos testes a que serão submetidas.

Os testes de acurácia, também são conduzidos observando-se o erro médio cometido entre o posicionamento das feições e suas posições equivalentes no terreno, obtidas por levantamentos topográficos ou geodésicos. Supre-se com este teste a lacuna deixada pelo produtor, além de dar credibilidade ao produto gerado.

Segundo ANTUNES & LINGNAU (1997), um mapeamento só deve ser utilizado como fonte fidedigna de informações quando associado a processos de avaliação da acurácia dos dados

que o compõem. Acredita-se que a observância de padrões avaliadores de acurácia seja adequada para o processo de entrada, edição e controle de qualidade, pois certamente dá o real valor da informação cartográfica digital.

O decreto 89.817 não se refere às escalas que deverão ser contempladas pela avaliação, porém estabelece o PEC, o erro padrão que permitem classificar cartas como A, B ou C, deixando implícito que, para todas as escalas este padrão poderá ser usado. A distinção se dá apenas nos valores encontrados conforme a escala em que se deseja trabalhar.

Pela análise estatística, é possível avaliar documentos cartográficos e classificá-los observando determinado grau de confiança estabelecido a priori. A classificação decorrente se baseia no Padrão de Exatidão Cartográfica, que traduz a composição de acurácia e precisão do documento avaliado e pode gerar as seguintes situações:

1. carta não acurada e precisa;
2. carta não acurada e imprecisa;
3. carta acurada e imprecisa e;
4. carta acurada e precisa.

As cartas com as características apresentadas nos em 2 e 3 deverão ser desclassificadas, pois no caso 2, a carta não acurada revela falta de coerência nas posições quando comparadas aos valores de campo considerados verdadeiros, enquanto que a carta imprecisa, revela falta de coerência interna entre suas feições. No caso 3, a carta apesar de acurada não apresenta coerência entre as feições representadas, e conforme ANDRADE (1991), normalmente admite-se que a imprecisão conduz a falta de acurácia, ainda que a estimativa desta esteja dentro do erro máximo admissível. Assim, uma carta acurada e imprecisa será desclassificada.

As cartas enquadradas em 1 e 4 devem ser classificadas, pois no caso 1, apesar da falta de acurácia, a carta apresenta precisão quando considerada a coerência entre as feições representadas. Desta forma, esta carta seria classificada no aspecto precisão, porém valendo-se de cautela no seu uso, pois suas feições não apresentam coerência com a realidade física. A classificação ideal é aquela retratada em 4 (carta acurada e precisa), pois apresenta posições coerentes tanto entre si quanto com a realidade física.

As situações admissíveis para classificação seriam, portanto:

1. carta acurada e precisa;
2. carta não acurada e precisa.

Para a classificação geral, ou seja, análise da qualidade das cartas acuradas e precisas, adota-se o critério de considerar conjuntamente acurácia e precisão, prevalecendo aquela que possuir ordem inferior, evitando assim classificar uma carta inadequadamente pela introdução de incertezas de uma classe inferior (quadro I).

Acurácia	A	B	C
A	Classe A	Classe B	Classe C
B	Classe B	Classe B	Classe C
C	Classe C	Classe C	Classe C

Para as cartas não acuradas e precisas, a classificação inevitavelmente obedece a classificação em precisão, mesmo porque não existe classificação em acurácia.

O Decreto 89.817 estabelece em seu artigo 8º que "90% dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica estabelecido", deixando implícito o critério da proporção amostral simples para se alcançar o percentual aceitável estabelecido.

Na proporção amostral simples, não se considera a representatividade dos pontos considerados "bons" perante a carta como um todo, o que torna pouco flexível a classificação

de um documento cartográfico. Corre-se o risco de analisar a amostra isoladamente, e assim, não classificar ou classificar inadequadamente uma carta quando a amostra contiver um número menor de pontos para atender ao PEC do que aqueles inicialmente exigidos. Pela distribuição binomial comprova-se que, mesmo que os pontos considerados "bons" não representem 90% da amostra, estes poderão representar a população como um todo.

Neste particular rejeitou-se a proporção amostral simples como critério de avaliação devido a sua rigidez e adota-se critérios estatísticos mais flexíveis e igualmente válidos, portanto, aceitos para o teste de classificação.

Para a análise da acurácia, utilizou-se a estimativa intervalar dada pela distribuição *t* de Student, pois esta é particularmente válida para amostras menores que 30, consideradas pequenas. Consiste em construir um intervalo de confiança de 90% de certeza para a média populacional (μ) a partir da média amostral (\bar{x}) e da variância amostral (s^2), conhecidas.

A restrição a esta análise seria para os casos onde a população se apresenta assimétrica, mas segundo BRITO (1987), devido ao caráter acidental dos erros de posicionamento, não há razão para pressupor esta assimetria. Para assegurar esta assertiva, aplicou-se o teste de normalidade proposto por FILLIBEN (1975).

Para analisar a precisão, ou seja, a coerência interna dos elementos da carta, utilizou-se da estimativa intervalar dada pela distribuição Qui-quadrado (χ^2), que consiste em construir um intervalo de confiança de 90% para a variância populacional (σ^2) a partir da variância amostral (s^2).

Os testes de cartas consistem em confrontar coordenadas planimétricas N, E e altimétricas h, e a partir de parâmetros de precisão e acurácia pré-estabelecidos, verificar sua qualidade dentro de determinado grau de confiança, podendo desta forma classificá-las de acordo com o que estabelece o Decreto 89.817 de 20 de junho de 1984.

Em nossas investigações, adotou-se como objeto de análise os erros da resultante entre as discrepâncias planimétricas das componentes Norte e Este.

Para altimetria, avaliou-se os erros em valores absolutos apurados entre as componentes h. Estes erros devem ser tratados como valores absolutos, pois o que se deseja é quantificá-los e não identificar em que sentido eles ocorrem.

Três testes foram executados, conforme descrito a seguir:

a) Carta gráfica x campo

Nesta etapa é possível classificar a carta gráfica, pois serão qualificados os erros cometidos no processo de restituição e compilação - no caso de levantamentos fotogramétricos - e os erros cometidos no processo de desenho convencional, no caso de levantamentos diretos.

b) Arquivo digital x campo

Nesta etapa é possível classificar o arquivo digital, pois serão qualificados os erros cometidos no processo de captura de dados por meio da digitalização, além daqueles oriundos da carta gráfica de origem.

c) Carta digital impressa x campo

Nesta etapa visa-se classificar o produto digital impresso, contemplando desta forma todo o espectro de erros cometidos e introduzidos no decorrer do processo, ou seja, desde a restituição, compilação ou pelo desenho convencional até a entrada em meio digital por meio da digitalização e finalmente pelo processo de impressão por *plotter*.

As considerações apresentadas neste texto são mais flexíveis e tão eficientes quanto a proporção amostral simples implícita do Decreto 89.817, e proporcionam ao usuário uma forma de proceder sua própria avaliação e conhecer a qualidade planimétrica do produto que vai utilizar. Quanto a qualidade altimétrica, face ao requerimento interpolativo entre curvas de nível, requerendo um mapa geoidal com precisão superior a meia curva de nível, os testes não foram conduzidos. Contudo os procedimentos e interpretações dos resultados são semelhantes aos acima considerados.

Referências Bibliográficas

1. – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Execução de Levantamento Topográfico, NBR 13133. Rio de Janeiro, 1994.
- 2.
3. ANDRADE, D. F. P. N. Avaliação da Exatidão de Documentos Cartográficos. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, n. 44, p. 8-11, 1991.
- 4.
5. ANTUNES, A. F. B. & LINGNAU, C. Uso de Índices de Acurácia para Avaliação de Mapas Temáticos Obtidos por Meio de Classificação Digital. In: III Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. Curitiba, p. s/n, 1997.
- 6.
7. ARONOFF, S. Classification Accuracy: A User Approach. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Falls Church, v. 48, n. 8, p. 1299-1307, 1982-a.
- 8.
9. ARONOFF, S. The Map Accuracy Report: A User's View. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Falls Church, v. 48, n. 8, p. 1309-1312, 1982-b.
- 10.
11. BRITO, J. L. N. S. Proposta de Metodologia para a Classificação de Documentos Cartográficos. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, n. 41, p. 27-42, 1987.
- 12.
13. FILLIBEN, J. J. The Probability Plot Correlation Coefficient Test for Normality. Technometrics, Washington, v. 17, n. 1, p. 111-117, 1975.
- 14.
15. E. M. Análise da Qualidade Posicional em Bases Cartográficas Geradas em CAD. Curitiba, 1998. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. UFPR, 129p.
- 16.
17. GINEVAN, M. E. Testing Land-Use Map Accuracy: Another Look. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Falls Church, v. 45, n. 10, p. 1371-1377, 1979.
- 18.
19. ÖSTMAN A. The Specification and Evaluation of Spatial Data Quality. In: 18th ICA/ACI international Cartographic Conference. Stockholm, v. 4, p. 836-847, 1997.
- 20.
21. B.; KWON, H.; LEE, S.; SHIN, D. Statistical Test for Evaluation of the Accuracy of Digital Maps for Geo-spatial. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna, v. XXXI, Part B2, p. 411-414, 1996.
- 22.

Autores

Evilázio da Mota Leal
Universidade Federal do Paraná
Curso de Pós-Graduação em
Ciências Geodésicas
97040-500 Curitiba PR - Brasil

Prof. Dr. Quintino Dalmolin
Universidade Federal do Paraná
Curso de Pós-Graduação em Ciências
Geodésicas
97040-500 Curitiba PR - Brasil
✉ dalmolin@geoc.ufpr.br

GEODÉSIA *online* · 1/2002 · [ISSN 1415-1111]
Revista da Comissão Brasileira de Geodésia