

---

## CONSIDERAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DO PEC (PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICA) NOS DIAS ATUAIS

SUZANA DANIELA ROCHA SANTOS  
SUELEN CRISTINA MOVIO HUINCA  
LINEARDO FERREIRA DE SAMPAIO MELO  
MARLY TEREZINHA QUADRI SIMÕES DA SILVA  
LUCIENE STAMATO DELAZARI

Universidade Federal de Paraná - UFPR  
Setor de Ciências da Terra  
Departamento de Geomática, Curitiba - PR  
suzanadrs@hotmail.com

---

**RESUMO** – Este artigo apresenta uma reflexão sobre a utilização do PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica – para avaliar produtos gerados com tecnologia digital. Tal reflexão se faz necessária, uma vez que o PEC foi estabelecido pelo Decreto Lei nº 89.817 de 20 de junho de 1984, em uma época em que a cartografia era gerada por processos analógicos. Com a evolução tecnológica, faz-se necessário buscar novas formas de avaliar os produtos cartográficos. Assim, faz-se uma descrição dos elementos de qualidade para os dados espaciais, bem como aponta-se a necessidade de criação de um procedimento sistemático para avaliação dos produtos cartográficos, sejam analógicos ou digitais, que incluiria, entre outros itens, como realizar os testes estatísticos, que tipos de amostras devem ser utilizadas, como escolher as amostras para os testes, a quantidade de pontos de apoio a serem coletados em campo para os testes estatísticos, bem como a adoção dos elementos de qualidade dos dados na forma de metadados.

**ABSTRACT** - This paper presents a reflection on the use of PEC - Cartographic Accuracy Standard - to evaluate products generated with digital technology. This reflection is necessary, since the PEC was established by Decree Law No. 89,817 of June 20, 1984, at a time when the mapping was generated by analogue processes. With technological progress, it is necessary to seek new ways to evaluate the cartographic products. Thus, it is a description of the quality standards for spatial data, and pointed out the need to establish a systematic procedure for assessing the cartographic product, whether analog or digital, which include, among other things, how to perform the statistical tests, what kinds of samples must be used, how to choose samples for testing, the amount of support points to be collected in the field for the statistical tests and the adoption of elements of data quality in the form of metadata.

---

### 1 INTRODUÇÃO

No contexto dos dias atuais o objetivo desse trabalho é apresentar um questionamento sobre a aplicação do PEC para os produtos cartográficos gerados pelas novas tecnologias.

O Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984 estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira através de procedimentos e padrões a serem obedecidos na elaboração e apresentação de documentos cartográficos no Território Brasileiro, criando o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC, e uma classificação das cartas em: Classe A, B e C.

Esse decreto estabelece em seu artigo 80 que "90% dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro

superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica estabelecido".

Conforme a escala de trabalho, a escala da carta que está sendo utilizada ou mesmo para a escala de saída de um projeto admite-se um erro de posicionamento das feições gráficas conhecidas com o PEC. Esse erro está diretamente ligado à classificação de uma carta quanto à sua exatidão e é utilizado como medida básica para o controle de qualidade de um trabalho cartográfico.

Segundo Dalmolin e Leal (2001), o PEC não apresenta diretrizes para avaliação de trabalhos hoje ofertados pela cartografia digital, visto que, no decreto de 1984, não estão contemplados procedimentos para avaliação da cartografia digital, mesmo porque, na data da sua publicação, poucas eram as experiências registradas nesta área.

---

Com o advento do sistema GPS, da tecnologia digital e a informatização dos processos de produção cartográfica, através da conversão das cartas para o ambiente digital, bem como a restituição estereofotogramétrica digital e o desenvolvimento do SIG - Sistema de Informações Geográficas, surge a necessidade de uma avaliação de dados cartográficos para consolidar o controle de qualidade em Cartografia (LEAL, 2007).

De modo a contribuir para a discussão sobre a qualidade dos produtos gerados atualmente, este trabalho está estruturado com uma breve descrição do PEC, e sua aplicação para a cartografia digital, apresenta os elementos de qualidade dos dados digitais e alguns exemplos de avaliação dos produtos gerados pelas novas tecnologias.

## 2 PEC

O PEC foi regulamentado no Decreto Nº 89.817 de 20 de Junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira através de procedimentos e padrões a serem

obedecidos na elaboração e apresentação de documentos cartográficos no território brasileiro.

A norma a ser seguida em relação à exatidão específica: as cartas devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfico - PEC, segundo os critérios indicados:

1. Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica, Planimétrico, estabelecido;

2. Noventa por cento dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas de nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica, Altimétrico, estabelecido.

Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos. A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro Padrão - PEC. O Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfica.

As cartas, segundo sua exatidão, são classificadas nas Classes A, B e C, segundo os critérios apresentados no Quadro 1:

Carta	PEC Planimétrico	Erro padrão	PEC Altimétrico	Erro padrão
Classe A	0,5 mm x Escala	0,3 mm x Escala	1/2 equidistância	1/3 da equidistância
Classe B	0,8 mm x Escala	0,5 mm x Escala	3/5 equidistância	2/5 da equidistância
Classe C	1,0 mm x Escala	0,6 mm x Escala	3/4 equidistância	1/2 da equidistância

Quadro 1 – Critérios do PEC

Fonte: Decreto Nº 89.817 de 20 de Junho de 1984

## 3 AVALIAÇÃO DO PEC PARA A CARTOGRAFIA DIGITAL

Os avanços tecnológicos observados na computação, mais especificamente na computação gráfica, causaram alterações significativas na cartografia. Os procedimentos de geração, atualização, controle de qualidade e uso dos mapas e cartas sofreram profundas mudanças. O processo de análise da qualidade dos mapas, definido para um produto cartográfico analógico, necessita ser revisto, pois o que se tem nos dias atuais é um documento cartográfico de características diferentes, o mapa digital.

A escala da carta apresenta uma relação entre a medida registrada no modelo e sua correspondente na superfície. Esta imposição física traz diversas consequências: uma delas é que a escala depende da quantidade de informações a representar e o grau de precisão com que estas informações são registradas. O padrão de exatidão cartográfica é avaliado diretamente em função da escala da carta. Como exemplo, tem-se as cartas na escala 1/2000 que possuem uma limitação quanto ao número de informações possíveis de serem

cartografadas e quanto à sua exatidão. Na prática, a limitação gráfica concorria para um erro final da carta variando entre 0,80m à 2,00 metros.

A avaliação da exatidão posicional gera um mapa de confiabilidade, que mostra de forma eficaz sua exatidão, através da distribuição espacial do erro, de forma que o usuário possa ter uma indicação visual da confiabilidade das suas informações.

A exatidão posicional em cartas analógicas é inerente à escala. O usuário definia a escala e indiretamente era associado um valor de qualidade geométrica.

Com o avanço tecnológico este quadro se alterou rapidamente. O emprego da informática em todas as fases de construção de uma carta apresenta como produto final da cartografia uma carta digital, sem escala direta, devendo, no entanto apresentar uma medida de dispersão das informações métricas registradas em relação a suas correspondentes no terreno.

Outra característica das cartas no formato digital é a inexistência de limites na quantidade de informações a serem armazenadas, que podem muitas

vezes ser superpostas, ou retiradas, dependendo da necessidade desta ou daquela informação.

Para a realização da cartografia digital é necessário que os usuários definam claramente que informações necessitam ser representadas nos mapas para desenvolvimento dos seus projetos e, qual a exatidão posicional requerida.

Apesar da exatidão da carta ser de grande importância na avaliação de sua qualidade, existe ainda a preocupação com a informação atualizada e adequada para avaliação da qualidade de dados espaciais. Isto inclui detalhes de origem e uso de uma base de dados particular, além de medidas quantitativas da qualidade,. A proposta de descrever a qualidade do dado espacial é permitir a produtores entender como seu produto irá satisfazer especificações e aos usuários, definir as suas exigências.

### **3.1 Padrões de avaliação e qualificação dos produtos cartográficos atuais (sem considerar o PEC).**

Com tantas tecnologias disponíveis nos dias de hoje o grau de precisão é obtido com padrões superiores aos exigidos pelo PEC. Essa norma serve como um apoio, uma base para a avaliação dos produtos gerados por essas novas tecnologias. Entretanto, não se dispõe de um mecanismo de controle, visto que o PEC serve de avaliação para a cartografia sistemática e não para outros produtos cartográficos.

Esta falta de normatização faz com que organizações produtoras de informação georreferenciada sigam regras conceituais vinculadas ao sistema por elas utilizado. O resultado é um ambiente heterogêneo, onde cada organização tem sua maneira de tratar a informação espacial.

Entretanto como visto acima não há uma especificidade de como essas novas tecnologias devem ser testadas e avaliadas em relação a sua exatidão. Por falta de uma normatização para avaliar esses produtos abre-se assim uma lacuna e as empresas produtoras de produtos cartográficos estabelecem seus próprios padrões para qualificar seu trabalho.

Os dados geográficos comumente podem ser caracterizados a partir de três componentes fundamentais: posição, tema e tempo; ou, de forma equivalente, espaciais, não espaciais e temporais (Medeiros e Alencar, 1999).

As características que afetam a qualidade dos dados geográficos podem ser agrupadas segundo [Aro89] em três categorias: componentes de nível macro, componentes de nível micro e componentes de uso.

Os componentes do nível macro – completude, atualidade e linhagem – consideram dados usando um nível de abstração alto, e tem uma especificação subjetiva. São definidos a partir de exame manual (no caso da completude) ou através de relatórios sobre a obtenção dos dados (no caso da atualidade e linhagem).

Os componentes de nível micro concernem dados individuais e são normalmente avaliados por testes estatísticos confrontados a uma fonte independente de informação de maior qualidade comprovada. Este grupo inclui: precisão posicional, precisão de atributo, consistência lógica e resolução.

Finalmente, os componentes de uso são aqueles que dizem respeito aos recursos de uma organização particular, indicando a adequação dos dados a uma outra organização ou aplicação. Neste grupo podem ser incluídos vários componentes dentre os quais acessibilidade e custo.

#### **a) Elementos de nível macro**

A linhagem de um conjunto de dados é a sua história, os dados de origem e as etapas de processamento utilizadas para produzi-lo. Os dados de origem podem incluir os registros de transações, notas de campo, fotografias aéreas, mapas e outras. Cada fonte de dados e método de transformação introduz um nível de erro na informação que é produzida, em última instância. Em alguns casos, um conhecimento da linhagem pode ser uma consideração importante na escolha de um conjunto de dados para uma aplicação específica.

A atualidade é um fator crítico para a informação geográfica. O aspecto temporal da qualidade dos dados é mais comumente relatada como a data do material de origem, como por exemplo, a data da fotografia aérea.

A completude de um conjunto de dados é avaliada segundo três categorias: completude de cobertura, classificação e verificação. A completude é um meta-resultado lógico importante, que garante que toda sentença válida pode ser formalmente derivada, estabelecendo assim uma relação entre o universo semântico e sintático de um determinado cálculo lógico.

A completude da cobertura é a proporção (porcentagem) de dados disponíveis para a área de interesse (em função de um total estimado). Um conjunto de dados não podem fornecer a área de cobertura completo da área de interesse ou o atributo pode não estar disponível para uma parte do conjunto de dados. Idealmente, um conjunto de dados que fornecem 100% de cobertura.

A completude da classificação e a completude de verificação são importantes fatores de qualidade de dados que pode determinar a adequação do conjunto de dados para uma aplicação.

#### **b) Elementos de nível micro**

A precisão posicional corresponde à relação entre a posição real de um objeto geográfico e a posição registrada. É usualmente testada pela seleção de uma amostra específica de pontos pré-determinados e comparação destas coordenadas de posição com uma fonte independente de qualidade conhecida. Há dois componentes básicos para avaliação da precisão posicional: o desvio e a precisão. O desvio refere-se às

discrepâncias sistemáticas entre a posição representada e a real, sendo normalmente medido pela média dos erros.

A precisão concerne à dispersão dos erros posicionais dos dados, sendo comumente estimada pelo cálculo do desvio padrão dos erros de posição dos pontos de teste selecionados.

A precisão de atributo trata dos componentes não espaciais dos dados geográficos. O método para avaliar precisão de atributos cujo domínio é contínuo é similar ao discutido para precisão posicional, enquanto que para variáveis discretas avalia-se a precisão de classificação (que associa a cada faixa de valores de atributos uma determinada classe). As dificuldades na avaliação da precisão de classificação advêm do fato das medidas de precisão ser significativamente afetadas por fatores tais como o número de classes, a forma como os pontos de teste são selecionados e de algumas classes serem confundidas com outras.

A consistência lógica se refere à manutenção de regras de consistência entre os objetos geográficos, algumas das quais ligadas à semântica de uma aplicação. Um tipo especial de consistência é a que trata de relacionamentos topológicos entre os dados.

O componente espacial é muitas vezes também avaliado por outro parâmetro, a resolução, que se refere à menor unidade discernível ou apresentável dos dados. Em se tratando de dados de sensoriamento remoto, usa-se também o termo resolução espacial.

Assim, ainda permanecem questões como: “Como avaliar os produtos cartográficos nos dias de hoje? Como avaliar os produtos derivados das novas tecnologias?”

Uma possível solução para esses problemas seria a criação de um procedimento sistemático para avaliação do produto final, seja analógico ou digital, que incluiria como realizar os testes estatísticos, que tipos de amostras devem ser utilizadas, como escolher as amostras para os testes, a quantidade de pontos de apoio a serem coletados em campo para os testes estatísticos, entre outros, bem como a adoção dos elementos de qualidade dos dados na forma de metadados.

### 3.2 Exemplos práticos

Um exemplo prático apresentado a seguir foi realizado pela empresa Esteio para a avaliação de produtos gerados com o laser scanner. Esta avaliação considerou o PEC como referência para qualificar o produto, visto que não há normas para avaliação de tal produto. Foram analisados um conjunto de pontos dentro do padrão de exatidão cartográfica para curvas de nível, a partir de geração de curvas de 5 em 5 metros com os pontos gerados pelo laser.

Outra solução desenvolvida por Simone Sayuri Sato propõe o uso de parâmetros de teste, para avaliar a geração da carta por partes. A cada etapa realizada é atribuído um peso, que é acumulado ao longo do processo de geração cartográfica, desde a coleta de

pontos em campo até a impressão da carta. Com os testes por etapas consegue-se avaliar todo o processo de geração cartográfica garantindo-se que o produto final fique dentro dos padrões exigidos pela norma.

## 4 CONCLUSÃO

O Decreto 89.817 que estabelece normas que regulamenta e classifica os documentos cartográficos quanto à exatidão, PEC, é aplicado da mesma maneira independentemente de o produto ser analógico ou digital. Neste decreto, entretanto, não existem definições sobre definição do tamanho da amostra para os testes de campo; dúvida quanto à análise individual das componentes planimétricas (N, E) ou composição das mesmas; aplicação dessas normas para os produtos digitais; indicação do tratamento estatístico que melhor se adapta à estimativa da exatidão e precisão. A falta destas informações deixa espaço para diversas interpretações e aplicações de testes estatísticos para o enquadramento do PEC.

O IBGE está trabalhando para apresentar propostas, revisão e atualização da legislação e das normas em vigor, através de um grupo de trabalho denominado de GT6. Esse grupo é formado por membros do IBGE, DSG, Universidades, empresas públicas e privadas, e tem por objetivo tornar a legislação e as normas cartográficas mais aplicáveis e compatíveis com os atuais avanços tecnológicos. Esse mesmo grupo, analisando o Decreto Lei 243 e o Decreto Lei nº 89.817, chegou à conclusão que devem ser criadas normas, especificações, e padrões de qualidade para serem aplicados a cartografia digital.

Verifica-se que no Brasil, o que se realiza em termos de controle de qualidade de produtos cartográficos difere dos padrões internacionais, visto que nossas organizações não têm tradição neste tipo de procedimento e historicamente desenvolveram uma cartografia norteada pelos métodos analógicos tradicionais.

Também verifica-se que não existe no Brasil o controle de qualidade de documentos cartográficos, talvez pelo desconhecimento da lei vigente, ou ainda pela falta de uma metodologia prática adequada, questões essas que devem ser revistas para que se possa realizar uma reformulação do PEC.

No que consiste da aplicação rigorosa de controle de qualidade em produtos cartográficos, sejam eles de forma analógica ou digital é indispensável à implantação de procedimentos de fiscalização, supervisão, acompanhamento e principalmente criação de um sistema que controle e revisão de todas as etapas e fases do processo de elaboração dos produtos cartográficos.

## AGRADECIMENTOS

A empresa ESTEIO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A nas pessoas de Elizabete Peixoto e Márcio Tavares pelas discussões e

esclarecimentos dos procedimentos de avaliação do PEC.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHELA, Rosely. Sampaio; ARCHELA, Edison. **Síntese Cronológica da Cartografia no Brasil**. Portal da Cartografia, Londrina, v. 1, n. 1, p.93-110, maio 2008. Disponível em: <<http://www2.uel.br/projeto/cartografia/v1/6edison.pdf>>. Acesso em 25 dezembro de 2009.

ARONOFF, S. /Geographical Information Systems: A Management Perspective. /Ottawa, WDI Publications, 1989.

CONCAR. **Panorâmico Histórico**. Disponível em <<http://www.concar.ibge.gov.br/panoramaHist.aspx>>. Acesso em 25 de novembro de 2009.

DALMOLIN, Quintino; LEAL, Evilázio da Mota. **Positional quality based on mapping bases generated from CAD**. Bol. Ciênc. Geod., Curitiba, v. 7, no 1, p.21-40,2001.

DECRETO LEI nº 89.917 de 20 de junho de 1984.

IBGE. **A Cartografia no Brasil e o Papel do IBGE**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/datas/cartografo/cartografianobrasil.html>>. Acesso em 25 de novembro de 2009.

LEAL, Paulo Roberto Guimarães. **CONTROLE DE QUALIDADE EM CARTOGRAFIA**. Dissertação apresentada para obtenção de grau de mestre. Santa Catarina, junho de 2007.

MEDEIROS, C. B.; ALENCAR, A. C. **Qualidade dos dados e Interoperabilidade em SIG**. Anais do Geoinfo 99. Campinas, 1999.

MENDONÇA, André Luiz Alencar; SLUTER, Claudia Robbi. **A Situação do Ensino, da Pesquisa e da Legislação Cartográfica e sua Influência na Problemática do Mapeamento Topográfico Brasileiro**. Anais do II SIMGEO (Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) do ano de 2008.

Pereira, K. D; Augusto, M. J. C; Santos, C. J. B; Freitas, A. L. **Atualização da Legislação Cartográfica – Necessidade Nacional**. In Anais do III Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. Curitiba – PR, Brasil, 2003.

SATO, Simone Sayuri. **CONTROLE DE QUALIDADE DOS PROCESSOS FOTOGRAFÉTRICOS DIGITAIS**. Dissertação

apresentada para obtenção de grau de doutora. São Paulo, 2003.

SILVA, Lorena Alves e; NAZARENO, Nilton Ricetti Xavier de Nazareno. **Análise do Padrão de Exatidão Cartográfica da Imagem do Google Earth tendo como Área de Estudo a Imagem da Cidade de Goiânia**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1723-1730.