

## Qualidade Geométrica da Base Cartográfica Digital do Distrito do Campeche SC

Eng. Luana Sloboda <sup>1</sup>  
Eng. Fernanda Simoni <sup>2</sup>  
M. Eng. Emanuele Teles Ouriques de Mello <sup>3</sup>  
Prof. Dr. Carlos Loch <sup>4</sup>

UFSC - Depto. de Engenharia Civil  
88040-970 Florianópolis SC  
<sup>1</sup> luana\_sloboda@msn.com  
<sup>2</sup> ecv3fsi@ecv.ufsc.br  
<sup>4</sup> loch@ecv.ufsc.br

<sup>3</sup> UFSC - Depto. de Engenharia de Produção  
88040-970 Florianópolis SC  
emanuele@ecv.ufsc.br

**Resumo:** A metodologia apresentada nesse trabalho está de acordo com o Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984, que trata do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) para mapeamentos no território nacional. Será apresentada uma metodologia prática para a determinação do PEC, utilizando a base cartográfica atualizada a partir de imagem de satélite QUICKBIRD, onde a mesma será classificada de acordo com o PEC na escala da base, quando comparados com o terreno. São aplicados os testes de tendência e de precisão, isso permite a avaliação da qualidade geométrica (planimétrica) desses documentos, enquadrando-os em uma das classes pré-definidas.

**Palavras chaves:** Base cartográfica, qualidade geométrica, padrão de exatidão cartográfica.

**Abstract:** The methodology presented in this work is accordance with Brazilian laws, than explain the Standard of Cartographic Exactness (PEC) for mapping in the brazilin territory. A practical methodology for the determination of the PEC will be presented, using updated cartographic base from satellite image of the QUICKBIRD, where the same one will be classified how explain the PEC in de scale the base, when compared with the land. Applying the precisian tests, this allows the evaluation of geometric quality (planimetric) these documents and put in classes.

**Keywords:** Cartographic base, Geometric quality, Standard of Cartographic Exactness.

### 1 Introdução

O Brasil nos últimos anos, vêm sofrendo um grande desenvolvimento tecnológico, surge novas técnicas para representação e traçado da superfície terrestre, essas buscam o melhor processo de produção e uso de informações cartográficas, garantindo aos seus usuários, um alto grau de atualidade e uma boa qualidade geométrica.

Para que o usuário de produtos cartográficos possa determinar se a informação que dele se extrai é útil e segura para sua aplicação, foi instituído no Brasil desde a década de 80, normas que regulamentam e classificam os documentos cartográficos quanto à sua qualidade geométrica.

A lei vigente que estabelece a forma de classificar um documento cartográfico é o decreto-lei no 89.817, publicado no Diário Oficial da União em 20/06/84.

Apresenta-se neste trabalho, uma metodologia que permite avaliar a qualidade geométrica da base

cartográfica atualizada do Distrito do Campeche em Florianópolis Santa Catarina pelo Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) estabelecido no Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984.

## 2 Especificações do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC)

No que diz respeito a normatização e a padronização das atividades cartográficas no Brasil, é importante que os usuários de produtos cartográficos, tenham conhecimento do Decreto que estabelece a forma de classificar um documento cartográfico segundo sua qualidade geométrica. Neste contexto será apresentado brevemente o decreto-lei 89.817/84 que trata de Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.

De acordo com o oitavo artigo, as cartas quanto à sua exatidão, devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC, segundo o critério abaixo discriminado:

- *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.*
- *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 Altimétrico estabelecido.*

Assim o Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90%(noventa por cento) de probabilidade, que define a exatidão dos trabalhos cartográficos. Essa probabilidade de 90% (noventa por cento) corresponde a 1,6449 vezes o Erro Padrão – ( $PEC = 1,6449 * EP$ ), considerando que o Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfica.

Para efeito das presentes instruções, o artigo, considera-se equivalentes às expressões Erro-Padrão, Desvio-Padrão e Erro-Médio-Quadrático.

Conforme o nono artigo, as cartas, segundo sua exatidão, são classificadas nas classes A, B, e C, segundo os seguintes critérios:

### a) Classe A

- *Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 0,5 mm, na escala da carta, sendo de 0,3 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.*
- *Padrão de Exatidão Cartográfica -Altimétrico: metade da equidistância entre as curvas-de-nível, sendo de um terço desta equidistância o Erro- Padrão correspondente.*

### b) Classe B

- *Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 0,8mm na escala da carta, sendo de 0,5 mm na escala da carta o Erro - Padrão correspondente.*
- *Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico: três quintos da distância entre as curvas de nível, sendo de dois quintos o Erro - Padrão correspondente.*

### c) Classe C

1. *Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 1,0 mm na escala da carta, sendo de 0,6 mm na escala da carta o Erro - Padrão correspondente.*
2. *Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico: três quartos da equidistância entre as curvas-de-nível, sendo a metade desta equidistância o Erro-Padrão correspondente.*

O décimo artigo, estabelece que é obrigatória a indicação da classe no rodapé da folha, ficando o produtor responsável pela fidelidade da classificação. Caso o documento cartográfico não atinja a classificação mínima (classe C) especificado no Artigo anterior, deverá conter no rodapé da folha a indicação obrigatória do Erro-Padrão verificado no processo de elaboração.

### 3 Metodologia

Num primeiro momento necessitou-se a determinação da área de estudo de interesse da Empresa CELESC sendo optado pelo distrito do Campeche no município de Florianópolis/SC, apresentado na figura abaixo.

Uma vez determinado e obtido os produtos cartográficos em meio digital, cedidos pela empresa (base cartográfica 1:5 000), realizou-se a atualização da base cartográfica a partir da imagem de satélite Quick-Bird, utilizando-se para essa o software MicroStation Descartes, considerando-se somente os níveis de informações importantes ao trabalho. As feições espaciais, tais como arruamentos, muros, edificações, entre outros, vetorizados na atualização, foram adotados para realizar a análise de qualidade geométrica.

A determinação do PEC inicia-se a partir da comparação das feições levantadas no terreno com as atualizadas na base digital.

A fim de garantir o máximo de precisão, controle e facilidade de operação na comparação dos pontos levantados por topografia como os pontos levantados na base cartográfica atualizada pela imagem orbital do QUICKBIRD, foi utilizado o sistema de posicionamento geodésico por satélites artificial denominado NAVSTAR-GPS, para o levantamento topográfico.

Este sistema trata-se de um conjunto de satélites de navegação e posicionamento geodésico implantado pelo Departamento de Defesa em conjunto com o Departamento de Transportes dos Estados Unidos da América, cuja palavra derivou de "Navigation System with Time and Ranging – Global Position System".

Os satélites NAVSTAR-GPS emitem sinais de rádio, com os quais rastreadores portáteis podem se posicionar. Para a finalidade topográfica, torna-se necessário o emprego de no mínimo dois rastreadores a fim de se obter a máxima precisão. Um dos rastreadores deve-se posicionar em um ponto de coordenadas conhecidas e confiáveis e a outra, no ponto cujas coordenadas deseja-se determinar.

Os resultados gerados por este sistema de posicionamento são coordenadas cartesianas tridimensionais, que posteriormente são transformadas para coordenadas geodésicas elipsoidais (latitude, longitude e altitude geométrica).



Figura 1: Localização do município de Florianópolis/SC onde está inserida a área de estudo.

Neste trabalho, foram utilizados dois receptores do tipo topográfico um da marca ASTECH, modelo PROMARK 2 e outro da marca TRIMBLE, modelo Pathfinder Pro XR. Estes receptores possuem doze canais permitindo captar simultaneamente até doze satélites, sendo de uma frequência, recebe tanto L1 e código.

Para o levantamento da avaliação optou-se realizar a coleta de pontos pelo método estático, pois seria possível obter a precisão necessária para a avaliação do PEC.

Para o método utilizado foram definidos os parâmetros para a fase de coleta dos pontos no campo. Assim, para a realização da avaliação foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Número mínimo de satélites – Para todos os pontos de rastreamento foi adotado um mínimo de 4 satélites;
- Ângulo mínimo de elevação – Para todos os pontos de rastreamento foi adotada uma elevação superior ou igual a 15°;
- Configuração geométrica (PDOP) – Os pontos de rastreamento foram programadas para serem realizadas em horários de melhor configuração geométrica de satélites para o local do experimento.

Após levantar os pontos topográficos por GPS foi gerada uma tabela com as coordenadas topográficas ( $E_c$ ,  $N_c$ ), coordenadas gráficas da base cartográfica atualizada ( $E_b$ ,  $N_b$ ) e as discrepâncias entre as coordenadas (ver tabela 01).

#### 4 Resultados

Para averiguar os resultados da qualidade da base cartográfica atualizada, foram comparados os resultados obtidos na tabela 01, com os valores pré-estabelecidos no Decreto n. 89.817 citados no item Especificações do PEC, artigos, que tratam da classificação de uma carta quanto à exatidão e da classe da carta.

O controle da qualidade geométrica foi avaliado através do Decreto n. 89.817, onde foi realizada uma comparação entre a posição de alguns pontos de fácil identificação na base ( $E_b$ ,  $N_b$ ), com suas respectivas coordenadas de referência obtidas através do levantamento de campo ( $E_c$ ,  $N_c$ ), pois esse possui exatidão suficiente para a análise da qualidade da base cartográfica existente e da atualização.

Depois de obtidas essas coordenadas, calcularam-se as discrepâncias ( $D_E = E_b - E_c$  e  $D_N = N_b - N_c$ ) e as estatísticas (média e desvio padrão) para cada uma das discrepâncias ( $D_E$ ,  $D_N$ ), conforme a tabela 01. Realizado este se partiu para o cálculo do erro máximo permitido, como a base cartográfica a ser avaliada está na escala de 1/5.000, verificou-se que o erro permitido para o PEC é de 2,5 m na Classe A, 4,0 m na Classe B e 5,0 m na Classe, segundo o Art. 9°. Depois deste passo foi realizado a análise estatística de Desvio Padrão (tabela 02) e avaliação da qualidade geométrica da base (tabela 03) segundo o Art. 8°.

**Tabela 01** – Discrepâncias das coordenadas da base com as coordenadas de campo.

	Discrepâncias		Coordenadas – BASE		Coordenadas – Campo	
	$D_E$	$D_N$	$E_b$	$N_b$	$E_c$	$N_c$
P1	1,127	-2,958	745802,120	6931728,870	745800,993	6931731,828
P3	3,487	-2,327	748527,240	6937319,470	748523,753	6937321,797
PT02	0,837	-1,021	745805,240	6932924,770	745804,403	6932925,791
P5	1,557	-3,694	746654,300	6934113,190	746652,743	6934116,884
P6	2,550	-1,174	746765,910	6934738,820	746763,360	6934739,994
P7	2,063	-1,510	746852,250	6933219,970	746850,187	6933221,480
P8	1,901	-3,950	748130,980	6934918,120	748129,079	6934922,070
P9	5,110	-3,471	747379,720	6935563,760	747374,610	6935567,231

**Tabela 02** – Estatísticas das discrepâncias entre os dados da base e do campo.

	Discrepâncias	
	$D_E$	$D_N$
Media Amostral	2,329	-2,513
Desvio Padrão Amostral	1,396	1,173

**Tabela 03** – Valores do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) para a base avaliada

	Discrepâncias	
	$D_E$	$D_N$
Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC	2,297	1,930

## 5 Conclusão

Neste trabalho foram apresentados os resultados e metodologia implementada para a avaliação da base cartográfica atualizada através da imagem orbital do QUICKBIRD. Os resultados mostram viabilidade do processo da atualização da base cartográfica, já que considerando o Decreto lei 89.817 e a exatidão planimétrica obtida na atualização de arruamentos, muros, edificações, entre outros, permitiram classificar a atualização realizada, como **Classe A**, tanto para o eixo Norte como para o eixo Este das coordenadas na escala de 1/5.000, como mostram os valores da tabela 03. Mostrando que o processo de atualização cartográfica realizada com a utilização de imagens orbitais de alta resolução é viável na escala de 1/5.000, atendendo as necessidades da CELESC e seguindo um padrão de normatização brasileiro.

## 6 Referências bibliográficas

**BRASIL, Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984.** Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasília, Diário Oficial da União, 1984.

**LEAL, E.M.; DALMOLIN, Q.** *Considerações sobre a Classificação de Documentos Cartográficos*, GEODÉSIA online 1/2002

**NERO, M. A; CINTRA, J. P.** *Documentos Cartográficos: Determinação do PEC*, In Anais do XX Congresso Brasileiro de Cartografia, Porto Alegre – RS, 2001.